

DOUGLAS GUEDERT

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS –
METODOLOGIAS DE TI PARA ENGENHARIA
CLÍNICA**

**FLORIANÓPOLIS
2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS –
METODOLOGIAS DE TI PARA ENGENHARIA
CLÍNICA**

Dissertação submetida à
Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

DOUGLAS GUEDERT

Florianópolis, Setembro de 2006.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS – METODOLOGIAS DE TI PARA ENGENHARIA CLÍNICA

Douglas Guedert

‘Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.’

RENATO GARCIA OJEDA, DR.
ORIENTADOR

NELSON SADOWSKI, DR.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:

RENATO GARCIA OJEDA, EE, DR.
(PRESIDENTE)

RAIMES MORAES, EE, DR.

EUGENIO RUBENS CARDOSO BRAZ, EC, DR.

SÉRGIO SANTOS MÜHLEN, EE, DR.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus avôs Osvaldo Guedert e Ryd Manoel da Silva.

AGRADECIMENTOS

Sem dúvidas, o projeto realizado me permitiu desenvolver habilidades adquiridas no mestrado em Engenharia Elétrica no Instituto de Engenharia Biomédica da UFSC.

Assim, agradeço ao meu Orientador Prof Dr. Renato Garcia Ojeda e aos professores do curso pela dedicação e os conhecimentos transmitidos, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

À todos os professores e funcionários da UFSC, em especial do IEB, que de alguma forma contribuíram na minha pós-graduação.

Aos meus amigos: Raul Fernandez Sales, Fábio Mello, Igor Gavião, Leo Albornoz, e todos os outros amigos por fornecerem ajudas essenciais e momentos de diversão.

Aos membros da banca, sendo professores e amigos, por disponibilizarem tempo e disposição para esta etapa importante em minha vida.

A minha namorada Graziela que sempre me ajudou e me fez levantar a cabeça, principalmente nos momentos difíceis.

À todas as pessoas que fizeram parte de algum momento da minha vida por qualquer ajuda que tenham me fornecido.

Resumo da Dissertação apresentada à UFSC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS – METODOLOGIAS DE TI PARA ENGENHARIA CLÍNICA

Douglas Guedert

Setembro/2006

Orientador: Renato Garcia Ojeda, Dr.

Área de Concentração: Engenharia Clínica.

Palavras-chave: Engenharia Clínica, gerenciamento de Tecnologia Médico-Hospitalar, Tecnologia da Informação.

Número de Páginas: 98

RESUMO: A Engenharia Clínica (EC) está em constante busca de alternativas que auxiliem o controle de informações nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS). Informações confiáveis e atualizadas sobre o parque tecnológico são indispensáveis para um adequado gerenciamento da tecnologia médico-hospitalar (gTMH). Estas informações estão relacionadas com o ciclo de vida da tecnologia, abrangendo desde as etapas de planejamento, aquisição, gerência, avaliação até o descarte e substituição dos equipamentos. Porém, os métodos utilizados na obtenção destes dados apresentam certas limitações, como por exemplo, os erros introduzidos através de preenchimentos incompletos ou incorretos, geralmente em formulários e fichas de papel. Estas falhas afetam/influenciam a confiabilidade das informações, resultando em um gerenciamento ineficiente. Aliando o conceito do gerenciamento da EC à utilização da Tecnologia da Informação (TI), pode-se agilizar estes procedimentos, acrescentando segurança e consistência aos dados extraídos. A informatização e a utilização da TI tornam-se ferramentas importantes, fazendo com que, cada vez mais, os métodos utilizados no gTMH evoluam do meio físico (papeis, formulários, cartas) para o digital. A velocidade e o acesso remoto às informações, sobre as atividades da Engenharia Clínica, potencializam o processo de tomada de decisões. Neste sentido, o presente trabalho, desenvolveu um sistema de gerenciamento de equipamentos médicos, utilizando o PDA (*Personal Digital Assistant*) como uma ferramenta de TI, para o armazenamento e transferência de informações, via *wireless*. Este sistema de gerenciamento foi testado em hospitais da cidade de Florianópolis – SC, no Brasil.

Abstract of Dissertation presented to UFSC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Electrical Engineering.

MEDICAL EQUIPMENT MANAGEMENT SYSTEM – I.T. METODOLOGIES TO CLINICAL ENGINEERING

Douglas Guedert

September/2006

Advisor: Renato Garcia Ojeda, Dr.

Area of Concentration: Biomedical Engineering / Clinical Engineering.

Keywords: Clinical Engineering, Medical Technology Management, Information Technology.

Number of Pages: 98

ABSTRACT: Clinical Engineering is constantly looking for new alternatives that help the information control in Health Centers. Reliable and up-to-date information about the technological resources are fundamental for an adequate Medical Technology Management (MTM). These are information related with the life cycle of a specific technology. It goes from equipment purchase, management, evaluation, substitution to its final disposal. However, the methods to obtain these data have limitations, such as been incomplete or simply wrong as they are generally obtained in paper forms or paper sheets. These limitations restrict information accuracy, and ultimately provide an inefficient management. Combining the management concept of CE with IT (information technology) application, one can expedite these processes, adding reliability and uniformity in the complied data. The use of computers and the information technology become important tools in MTM gradually migrating from hard copy to digital methods. The velocity and remote access to information about Clinical Engineering activities can definitely help in the overall decision making process. In this research project also developed a medical equipment management system, using PDA (personal digital assistant) as an IT tool for transfer and storage of information via wireless. This management system has been already tested in hospital in the city of Florianopolis – SC – Brazil.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XIV

1. INTRODUÇÃO 1

1.1 PROPOSTA DE TRABALHO	2
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	2
1.2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3 JUSTIFICATIVA	3
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 5

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA	5
2.1.1 ÁREAS DE ATUAÇÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA.....	6
2.2 GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	9
2.2.1 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS PARA A ENGENHARIA CLÍNICA.....	10
2.2.1.1 MODELO UTILIZADO PELA UFMG (UNIDADE FUNCIONAL)	12
2.2.1.2 MODELO UTILIZADO PELA UNICAMP	13
2.2.1.3 MODELO UTILIZADO PELO IEB-UFSC	15
2.2.2 IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE gTMH EM EAS	17
2.2.3 GERENCIAMENTO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	18
2.2.3.1 RECEBIMENTO	18
2.2.3.2 MANUTENÇÃO	19
2.2.3.3 CONTROLE PERIÓDICO.....	20
2.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	21
2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	21
2.4.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO BASEADOS EM COMPUTADOR (SIBC).....	22
2.4.2 CAPACIDADES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	23
2.4.2.1 LOTUS NOTES	26
2.4.3 TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DOS SIBC.....	28
2.5 COMPUTADORES PORTÁTEIS (PDAs).....	29
2.6 COMUNICAÇÃO SEM FIO.....	31
2.6.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO PARA PDAS	31
2.7 TIPOS DE PDA	33
2.8 SISTEMAS DE BANCO DE DADOS	34
2.8.1 MODELO DE BANCO DE DADOS NÃO-RELACIONAL.....	34
2.8.2 MODELOS DE BANCO DE DADOS RELACIONAL.....	36
2.8.2.1 CONCEITOS DE BDR	36
2.8.3 BANCO DE DADOS DO PALM (<i>PALM DATABASE</i>)	39

2.8.3.1 CONCEITOS DO PALM DATABASE.....	39
2.8.3.2 ESTRUTURA FÍSICA DO PDB.....	41
2.9 COMUNICAÇÃO ENTRE O PDA E O PC.....	43
2.9.1 <i>CONDUIT</i>	44
2.10 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	45
2.10.1 PROGRAMAÇÃO PARA O PC	45
2.10.1.1 JAVA	45
2.10.1.2 <i>BORLAND DEPLHI</i>	46
2.10.1.3 <i>BORLAND C++ BUILDER</i>	47
2.10.2 PROGRAMAÇÃO PARA PDA	48
2.10.2.1 JAVA	48
2.10.2.2 <i>PALM OS DEVELOPER SUITE</i>	49
2.10.2.3 <i>FALCH.NET</i>	50
2.10.2.4 <i>WINSOFT POCKETSTUDIO 2</i>	50
2.10.3 PROGRAMAÇÃO PARA O SERVIDOR DO <i>LOTUS NOTES</i>	53
2.10.3.1 <i>DOMINO DESIGNER</i>	53
 <u>3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA</u>	 <u>54</u>
3.1 MODELO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO	54
3.2 ESTUDO DE CASO E LEVANTAMENTO DOS DADOS	55
3.3 SISTEMAS PROPOSTOS	58
3.3.1 PRIMEIRO SISTEMA.....	58
3.3.2 SEGUNDO SISTEMA.....	60
3.3.2.1 ESCOLHA DO SISTEMA OPERACIONAL DO PDA	60
3.3.2.2 ESCOLHA DO APARELHO (PDA).....	60
3.3.2.3 ESCOLHA DOS BANCOS DE DADOS	61
3.3.2.4 ESCOLHA DA FORMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO.....	63
3.3.2.5 ESCOLHA DAS FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO DO PDA, PC E SERVIDOR	64
3.4 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA	65
3.4.1 PROGRAMA NO PDA.....	66
3.4.2 <i>CONDUIT</i> DESENVOLVIDO	72
3.4.2.1 REGRAS DE TRANSFERÊNCIA PDA-PC.....	73
3.4.3 TRANSFERÊNCIA LOTUS NOTES-PC	75
 <u>4. TESTES E RESULTADOS.....</u>	 <u>79</u>
4.1 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS	83
4.1.1 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO SISTEMA	86
4.2 RESULTADO DOS TESTES E AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS.....	89
 <u>5. CONCLUSÕES</u>	 <u>95</u>
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97

ANEXO I.....	99
---------------------	-----------

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
---	------------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida da tecnologia de saúde (ANVISA, 2004).	11
Figura 2 - Transições envolvidas no controle de ordens de serviço no CEB-UNICAMP. CAC- central de atendimento ao cliente, GEC- gerência de engenharia clínica, SUP - suprimentos e finanças, GRU- chefias de engenharia clínica, EXE- executores. OA- abertura de OS, AE- aguarda execução, EE- em execução, EP- serviço concluído, AV- aguarda vinda de equipamento para o laboratório de manutenção, AO- aguarda orçamento, AT- autorização técnica de orçamento, AS- aguarda suprimentos, DP- proposta de desativação de equipamento, CO- OS concluída (VILELA, 2004).	15
Figura 3 - Exemplo de PDA da Marca <i>Palm</i> (PALM, 2005)	30
Figura 4 - <i>Palm OS Resource Editor</i>	49
Figura 5 - Barra de Ferramentas do <i>PocketStudio</i>	51
Figura 6 - Criação de Interface do <i>PocketStudio</i>	51
Figura 7 - <i>Component Inspector</i> para a Criação de Eventos e Edição dos Campos no <i>PocketStudio</i>	52
Figura 8 - Diagrama do Sistema Proposto para apoio ao gerenciamento de Equipamentos Eletromédicos para Engenharia Clínica	55
Figura 9 - Formulário de Ordem de Serviço no <i>Lotus Notes</i>	57
Figura 10 - Formulário de Atividade de OS no <i>Lotus Notes</i>	57
Figura 11 - Interface <i>Palm OS Emulator</i> executando o aplicativo desenvolvido	65
Figura 12 - Acesso ao software no PDA através do ícone IEB-UFSC	66
Figura 13 - Tela Principal do Sistema Desenvolvido	67
Figura 14 - Tela da Ordem de Serviço do Software no <i>Palm</i>	67
Figura 15 - Apresentação da Lista de Ordens de Serviço na tela do PDA	68
Figura 16 - Exemplo de Ordem de Serviço na tela do PDA	69
Figura 17 - Apresentação da Lista de Atividades na tela do PDA	69
Figura 18 - Exemplo de Atividade de uma OS na tela do PDA	70
Figura 19 - Apresentação da Lista de Técnicos na tela do PDA	71
Figura 20 - Apresentação da Lista de Equipamentos na tela do PDA	71
Figura 21 - Detalhamento do Equipamento ANE005 na tela do PDA	72
Figura 22 - Apresentação da Lista de Setores de Hospitais na tela do PDA	72
Figura 23 - Modelagem de dados do Sistema. Relacionamento de 1 para vários entre as tabelas de OS e Atividades, e as demais tabelas utilizadas para o preenchimento das informações nas OS e Atividades.	75
Figura 24 - Exemplo de configuração do ODBC no <i>Painel de Controle</i> do Windows XP	76
Figura 25 - Botão Transfere Dados p/ PDA	79
Figura 26 - Exemplo de preenchimento de uma Ordem de Serviço no PDA	80
Figura 27 - Exemplo de preenchimento de uma Atividade de OS no PDA	81
Figura 28 - Botão Transfere OS PDA na base de Equipamentos no <i>Lotus Notes</i>	82

Figura 29 - Questão 2 indica o grau de facilidade de utilização da parte visual do software no PDA, a Questão 3 representa a correta apresentação dos termos técnicos nos campos de preenchimento, e a Questão 4 indica a rapidez do método de preenchimento e transferência das informações utilizando o PDA	91
Figura 30 - Tempo médio de preenchimento de uma OS (sem as Atividades), utilizando o PDA	92
Figura 31 - Tempo médio de preenchimento de uma Atividade, utilizando o PDA	92
Figura 32 - Comparativo entre o Tempo médio de preenchimento de uma OS e suas respectivas atividades utilizado o processo tradicionais (fichas e formulários de papel) e o processo com o PDA	93
Figura 33 - Teclado Virtual para digitação de caracteres no PDA, onde cada letra de um texto deve ser selecionada na Tela	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de especificações técnicas dos diferentes tipos de PDA	33
Tabela 2 - Organização do Palm Database (ALEXANDRONI, 2001)	41
Tabela 3 - Comparativo entre diversas plataformas de programação de PDAs (ALEXANDRONI, 2004)	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACCE	-	American College of Clinical Engineering
API	-	Interface de Programação de Aplicativos
BDR	-	Banco de Dados Relacional
CEB	-	Centro de Engenharia Biomédica
CELEC	-	Centro Local de Engenharia Clínica
CERL	-	Computer-based Education Research Laboratory
CLX	-	Components Library for Cross-Platform
CRE	-	Centro de Referência Estadual
CRR	-	Centro de Referência Regional
DBF	-	Database File
DIT	-	Dimensionamento Incorporação de Tecnologia
DLL	-	Dynamically Linked Library
DSSS	-	Direct Sequence Spread Spectrum
EAS	-	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
EC	-	Engenharia Clínica
EEC	-	Estrutura de Engenharia Clínica
EEM	-	Equipamento Eletromédico
gTMH	-	Gerenciamento de Tecnologia Médico-Hospitalar
GTMH	-	Gestão de Tecnologia Médico-Hospitalar
GUI	-	Graphical User Interface
HTML	-	HiperText Markup Language
IDE	-	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
IEB-UFSC	-	Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina
IEEE	-	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LAN	-	Local Area Network (Rede Local)

LAT	-	Laboratório de Avaliação Técnica
ODBC	-	Open Database Connectivity
OS	-	Ordem de Serviço
PC	-	Personal Computer (Computador Pessoal)
PDA	-	Personal Digital Assistant
PDB	-	Palm Database
PODS	-	Palm OS Developer Suite
PRC	-	Palm Resource
RAD	-	Desenvolvimento Rápido de Aplicações
SDK	-	Kits de Desenvolvimento de Software
SI	-	Sistema de Informação
SIBC	-	Sistema de Informação Baseado em Computador
SQL	-	Structured Query Language
SO	-	Sistema Operacional
TI	-	Tecnologia da Informação
TMH	-	Tecnologia Médico-Hospitalar
UFMG	-	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSC	-	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	-	Universidade Estadual de Campinas
USB	-	Universal Serial Bus
UTI	-	Unidade de Tratamento Intensivo
VCL	-	Visual Components Library
VM	-	Virtual Machine (Máquina Virtual)
WAN	-	Wide Area NetWork
Wi-Fi	-	Wireless Fidelity

1. INTRODUÇÃO

O controle das informações referentes aos Equipamentos Eletromédicos (EEM) nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) é uma das prioridades no processo de gerenciamento de Tecnologia Médico Hospitalar (gTMH), realizado pela Engenharia Clínica (EC). Neste processo, os dados sobre as atividades de supervisão, controle e manutenção, devem ser atualizados constantemente para permitir o planejamento e avaliação das atividades.

Para a realização, em qualquer área, de um gerenciamento eficiente, a forma de manipulação e utilização dos dados deve ser feita de maneira organizada e controlada. A partir destes dados, as informações vitais para este gerenciamento são extraídas.

O gerenciamento das informações da Tecnologia Médico Hospitalar na Engenharia Clínica é realizado através de vários procedimentos padrões, sendo um deles o preenchimento de formulários e registros. Porém, este se torna muitas vezes ineficaz ou ineficiente, devido à inserção de dados incorretos nas fichas e à demora na sua transferência.

O uso de técnicas adequadas para a redução de erros e o aumento na disponibilidade dos dados são fundamentais em um sistema de gerenciamento, potencializando o grau de estruturação e organização nos EAS. Metodologias de tecnologias da informação (TI) e de sistemas de gerenciamento enquadram-se neste processo. A informatização e a utilização de TI aplicadas à certas atividades da EC, tornam-se inevitáveis, fazendo com que, cada vez mais, os dados utilizados sejam substituídos da forma física (papéis, formulários, cartas) para uma forma digital organizada.

1.1 PROPOSTA DE TRABALHO

Este trabalho avalia métodos utilizados pela Engenharia Clínica para o gerenciamento de EEM. Normalmente, o controle e a supervisão destes equipamentos são feitos mediante anotações em formulários e fichas em papel. Nestas, são registradas as datas de revisões, trocas de peças, entre outras informações que devem ser completadas por um funcionário específico, e posteriormente digitalizadas de forma a serem armazenadas em um banco de dados. Os métodos utilizados na obtenção destes dados apresentam certas limitações, como por exemplo, os erros introduzidos através de preenchimentos incompletos ou incorretos.

Este trabalho propõe a implementação de um sistema *wireless* de apoio ao gerenciamento de equipamentos eletromédicos, com plataforma PDA (*Personal Digital Assistant*), utilizando metodologias de TI.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho visa os seguintes objetivos geral e específicos:

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema *wireless* de apoio ao controle e à supervisão de equipamentos eletromédicos, utilizando metodologias de TI, para o auxílio do processo de gerenciamento de tecnologia médico-hospitalar realizado pela Engenharia Clínica, com plataforma PDA.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de equipamento eletromédicos;
- Utilização de metodologias de TI, contribuindo para a melhora da captação e processamento de dados em sistemas informações de gTMH;
- Utilização de comunicação sem fios como forma de transferência de dados;
- Armazenamento dos dados com interface adequada.

1.3 JUSTIFICATIVA

Buscando alcançar um grau cada vez maior de organização e estruturação dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), o gerenciamento das informações deve ser levado em conta. Para isso, a qualidade, a velocidade, e a segurança destas informações devem ser prioridades para um bom planejamento e gerenciamento dos EAS.

No intuito de atingir estes objetivos, a redução dos erros provenientes do preenchimento de fichas de controle dos equipamentos pelos técnicos e engenheiros deve ser tratada com destaque. A utilização de ferramentas de TI aliada aos conceitos da Engenharia Clínica pode incrementar a confiabilidade, a qualidade, a velocidade e a segurança nos dados.

Por outro lado, a demora na transferência dos dados para o servidor de banco de dados (meio físico para o digital), tem como consequência a utilização de informações não atualizadas. Como exemplo, um equipamento pode estar registrado como “em uso” quando, na verdade, este se encontra “em manutenção”.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A metodologia adotada abordou inicialmente o estudo de sistemas de gerenciamento utilizados pela Engenharia Clínica. A partir do levantamento das metodologias e alternativas para a incorporação destes sistemas, pode-se criar um modelo gerencial para a realização do controle das informações dos EEM nos EAS.

Após esta etapa, a escolha das ferramentas de TI, como as plataformas e linguagens de comunicação, definiram que para esta aplicação seria mais adequada a utilização do PDA como equipamento para preenchimento e transição dos dados.

Na seqüência foi implementado o sistema proposto, que foi posteriormente testado em Hospitais da Rede Pública de Saúde do Estado de Santa Catarina.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conceitos abordados pela engenharia clínica são apresentados neste capítulo para um melhor entendimento no desenvolvimento de sistemas de gerenciamento voltados para os EAS, incluindo informações que abrangem desde a forma organizacional e de controle, até as tecnologias utilizadas para resolver certos problemas.

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA

O rápido avanço tecnológico tem gerado novas técnicas e novos produtos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do ser humano. A área médica, por ser um dos fatores mais significativos desse aumento da qualidade de vida, beneficia-se consideravelmente desse processo evolutivo, elaborando meios cada vez menos invasivos e mais seguros na busca da saúde humana. Sem dúvida, é nesta área que temos a junção do maior número de tecnologias (óptica, microeletrônica, robótica, informática, bioquímica, biofísica, etc.) aplicadas para o benefício do ser humano, sempre com o objetivo de suprir a vontade de viver mais, com o menor sofrimento e desfrutando da maior saúde possível (ANVISA, 2004).

Apesar deste grande avanço tecnológico, os custos, relacionados principalmente com equipamentos médicos, são consideravelmente altos. Estes custos se mantêm elevados, mesmo quando esta tecnologia já está difundida. Assim sendo, o objetivo é alcançar sempre o menor custo com o maior benefício possível, ou seja, maior eficácia pela efetividade.

O profissional responsável por gerenciar estas inovações tecnológicas, dentro do sistema de saúde, é denominado engenheiro biomédico ou engenheiro clínico.

A engenharia clínica é uma área da engenharia biomédica, cujas atividades de pesquisa se iniciaram a partir de trabalhos clínicos orientados e conduzidos em hospitais, com forte componente tecnológica (BOSTRÖM, 1993).

A engenharia clínica pode ser compreendida através da definição da função do profissional que a exerce. Conforme definição do *American College of Clinical Engineering* (ACCE, 2001), “*O ENGENHEIRO CLÍNICO é aquele profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente*”.

Outro conceito do perfil do engenheiro clínico pode ser o definido por BAULD (1991): “*O Engenheiro Clínico é um profissional que apóia e promove a segurança do paciente aplicando habilidades de engenharia e administração à tecnologia médico-hospitalar*”.

Com esse perfil de atuação, estendido às ações que planeja, coordena ou executa, o engenheiro clínico tem condições de figurar como elemento central no intercâmbio de informações necessárias a quem participa das atividades de assistência à saúde, em especial às relacionadas ao gTMH e à utilização desta tecnologia (BESKOW, 2001).

2.1.1 ÁREAS DE ATUAÇÃO DA ENGENHARIA CLÍNICA

Dentro do estabelecimento de saúde, inúmeras áreas possuem relacionamento com o serviço de engenharia clínica. Isto exige que o engenheiro clínico possua outras habilidades, além do conhecimento técnico. Dentre todas as características importantes no segmento de

serviços, espera-se que o engenheiro clínico seja comunicativo, simpático, seguro e tenha capacidade de relacionar-se bem com as pessoas (ANVISA, 2004).

Segundo O'DEA (1994), com o desenvolvimento da engenharia clínica como área de pesquisa e com a consolidação da atuação profissional em diferentes países, observa-se que o conhecimento relativo a esta área tem sido geralmente publicado segundo as seguintes categorias:

- **Certificação e normalização** – voltadas tanto para o enfoque nos equipamentos quanto em aspectos do exercício profissional;
- **Orçamentos e finanças** – geralmente discutindo alternativas de composição de centros de custos, vantagens e desvantagens de contratos de serviços terceirizados, bem como o desafio de justificar investimentos realizados em serviços de Engenharia Clínica;
- **Gerenciamento dos departamentos de engenharia clínica** – discutindo a composição da equipe, a organização dos serviços, sua viabilidade técnica, as políticas e os procedimentos adotados;
- **Sistemas de informação** – envolvendo a definição dos fluxos de comunicação necessários ao processo de gTMH, o delineamento, a construção (ou a aquisição) de subsistemas de informação computadorizados, especificidades do processo e resultados obtidos com a implementação destes subsistemas, dentre outros;
- **Interação com departamentos clínicos** – destacando as contribuições desta área de pesquisa e sua elevada característica interdisciplinar;
- **Gerenciamento da manutenção** – comparações entre arranjos de serviços, envolvimento de manutenção terceirizada ou não, utilização de indicadores para quantificar as atividades desenvolvidas, comparações entre diferentes instituições;

- **Organizações** – exemplos e relatos de experiências de gTMH em distintas organizações;
- **Equipes e resultados de treinamentos** – discutindo aspectos internos à engenharia clínica, relativos à formação profissional;
- **Medições de produtividade e desempenho** – focando a discussão na geração, armazenamento e processamento de dados que permitam a composição de indicadores quantitativos para medição de produtividade e desempenho tanto da engenharia clínica quanto dos profissionais que a compõem;
- **Resultados de atuações profissionais;**
- **Melhoria da qualidade** – investigando a utilização das diferentes abordagens da qualidade e suas contribuições, bem como descrevendo resultados alcançados em experiências particulares;
- **Desempenho de dispositivos de segurança** – dedicando-se à análise específica de características construtivas e operacionais de equipamentos;
- **Gerenciamento de tecnologia** – destacando as etapas do gTMH segundo diferentes autores e experiências híbridas forjadas pelo meio em que foram desenvolvidas;
- **Treinamento de usuários de equipamentos** – alternativas de métodos e conteúdos para o treinamento de médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e outros usuários.

Assim sendo, todas estas categorias relacionam-se com a parte tecnológica dos EAS, abrangendo desde o estudo da viabilidade de compra até a gestão e gerenciamento de equipamentos médicos.

2.2 GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Para garantir equipamentos seguros, eficazes e custos-efetivos para o cuidado com o paciente é necessário um correto gerenciamento do ciclo de vida da tecnologia (TRINDADE, 2000).

Os profissionais envolvidos no gerenciamento de equipamentos médicos, em especial os que desenvolvem atividades em equipes de engenharia clínica, necessitam ter uma base para a compreensão dos aspectos metodológicos e de segurança abrangidos. Tais profissionais devem também disseminar estes conceitos junto às Instituições de Assistência à Saúde, dinamizando a formação da cultura necessária junto aos operadores destes equipamentos, a exemplo de médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, técnicos e auxiliares de enfermagem (BESKOW, 1997).

Para gerenciar produtos relacionados à área da saúde são necessários procedimentos operacionais explícitos, bem conhecidos, executados e documentados. As informações de base e suas atualizações devem ser disponíveis e de fácil acesso.

Através de sistemas de gerenciamento informatizados, há um aperfeiçoamento nos relatórios técnicos referentes às características técnicas, o dimensionamento e a vida útil do equipamento, melhoria dos manuais, incluindo condições de uso, precauções e manutenções preventivas e corretivas, fazendo com que os dados e o gerenciamento se tornem eficazes e seguros, gerando informações confiáveis.

Planejar a análise, a interpretação e a disseminação de dados asseguram as análises qualitativas e quantitativas das informações, provêm as informações aos responsáveis de decisão, facilita a implementação de medidas de prevenção e controle, e evita a duplicação de esforços.

2.2.1 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS PARA A ENGENHARIA CLÍNICA

Os Estabelecimentos de Assistência à Saúde estão, atualmente, voltando-se para a visão de que a tecnologia é uma parte integral de um modelo principal e de um programa de planejamento de decisões. Em muitos destes hospitais e clínicas, o gerenciamento desta tecnologia tem se tornado a responsabilidade de uma estrutura de Engenharia Clínica.

O desenvolvimento e a implementação de um sistema de gerenciamento de equipamentos precisam ter um caminho ordenado. Assim, os sistemas devem basear-se não apenas nos aspectos tecnológicos de manutenção de equipamentos médicos, mas também no desenvolvimento de uma política institucional direcionada à aquisição do equipamento, seu uso, substituição e descarte (ANTUNES, 2002).

Em outras palavras, a engenharia clínica fica responsável pelo ciclo de vida da tecnologia de saúde (Figura 1), que abrange fases específicas, desde o estudo da incorporação de uma tecnologia, suas especificações, aquisição, instalação, treinamento de pessoal, suas fases de utilização manutenção, possíveis calibrações e contratos, até a fase de renovação ou alienação, as quais são responsáveis pela substituição e preparação para uma nova tecnologia.

A análise do ciclo de vida dos equipamentos médico-hospitalares apresenta-se como uma ferramenta importante para a qualificação do gerenciamento. Essa análise propicia ao administrador do EAS conhecer seu parque tecnológico atual e planejar sua ampliação. Além disso, é possível prever e acompanhar os custos reais de uma determinada tecnologia, bem como os custos que freqüentemente são ocultados ou ignorados e que podem no futuro implicar na inviabilidade de manter esta tecnologia em estado de adequado funcionamento (ALBORNOZ, 2000).



Figura 1 - Ciclo de vida da tecnologia de saúde (ANVISA, 2004).

Em geral, um dos pontos principais de qualquer sistema de gerenciamento de equipamentos é garantir o custo-efetividade para a segurança e operações efetivas dos equipamentos médicos.

Segundo BRONZINO (1992), um abrangente programa de gerenciamento de tecnologia é multidimensional, ou seja, embasado em uma análise de vários critérios. A diversidade e complexidade de qualquer programa dependerá das habilidades que o engenheiro clínico atribui para resolvê-lo. Um programa de gerenciamento deve incluir os seguintes elementos (ECRI, 1989):

- Uma rotina de controle e monitoramento do desempenho do equipamento, incluindo rotinas de teste de performance, inspeção inicial, manutenção preventiva, calibração, reparos e ações sobre padrões re chamadas (*recalls*) e riscos.

- Um sistema que seja exato e consistente e monitore o custo total do equipamento, incluído o seu preço *in-loco*, bem como o de suas manutenções e contratação de serviços de terceiros.
- Envolvimento em todos os aspectos de aquisição do equipamento e decisões de substituições, desenvolvimento de novos serviços, e planejamento de renovações.
- Desenvolvimento de programas de treinamento para todos os usuários de equipamentos médicos.
- Um programa de garantia de qualidade relacionada com a tecnologia usada.
- Gerenciamento de Risco.

A implantação de um sistema de gerenciamento depende de diversos fatores relacionados à tecnologia, desde princípios funcionais até a rotina do ambiente ao qual está instalado. Como exemplos de modelos de sistemas de gerenciamento de tecnologia voltados à área da saúde, podem-se citar o implementado pela Universidade Federal de Minas Gerais, o da Universidade de Campinas, e o do Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina (IEB-UFSC). Estes sistemas foram implantados de formas diferenciadas, baseados em suas necessidades, e serão mais bem detalhados a seguir.

2.2.1.1 MODELO UTILIZADO PELA UFMG (UNIDADE FUNCIONAL)

A estrutura organizacional do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC/UFMG) utiliza unidades funcionais baseadas no princípio das unidades de produção, como a existência de equipes estáveis, com processos de trabalho definidos e

semelhantes ou com grande relação entre si, responsáveis por produtos que são consumidos por determinados usuários (UFMG,1999).

A gestão deste Hospital é dividida em 23 unidades que são implantadas com gerenciamentos e planejamentos próprios. Essa forma de organização propõe a descentralização técnica e administrativa, viabilizada através de um contrato de gestão firmado com a diretoria geral da instituição. As unidades funcionais atuam de acordo com o plano de trabalho previamente elaborado, em que são estabelecidas ações, metas e indicadores para acompanhamento e avaliação (GUIMARÃES, 2004). Uma destas 23 unidades, a da Engenharia Clínica, é responsável pelo acompanhamento e gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares.

No HC/UFMG existe um Conselho Gestor, constituído pelos Supervisores de cada setor e da Engenharia Clínica, além de um Núcleo de Gestão da Qualidade, composto por um representante de cada área, e de um Engenheiro Clínico, que atua na gerência de equipamentos médico-hospitalares, sendo as atividades de Manutenção divididas pelos seguintes setores: Eletromecânica, Manutenção Predial, Eletrônica (Biomédica, Convencional e Telefonia), Programação e Controle e Mecânica Fina e Sistemas (ABRAMAN, 2003).

2.2.1.2 MODELO UTILIZADO PELA UNICAMP

O modelo em utilização no Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) gerencia de cerca de 9.000 equipamentos da área de saúde da universidade. Além de dois hospitais, a UNICAMP possui vários outros setores e centros de saúde. Um dos centros de saúde é coordenado pela chamada CSS (Coordenadoria de Serviços Sociais) que atende à comunidade da própria universidade (CEB-UNICAMP, 2006).

Ao contrário da grande maioria dos hospitais públicos, a UNICAMP conta com o apoio do CEB para gerenciar e realizar manutenção, mas de modo semelhante ao que ocorre nas

outras instituições na área de saúde, também enfrenta dificuldades com a escassez de recursos para aquisição de peças, terceirização de parte dos serviços e estabelecimento de contratos que atendam a todas as especificações e recomendações do CEB (VILELA, 2004).

O sistema de gerenciamento de Engenharia Clínica do CEB está dividido em 5 processos, pelos quais as atividades são realizadas (VILELA, 2004):

- CAC (Central de atendimento ao Cliente);
- GRU (grupo de engenheiros clínicos);
- GEC (gerência de engenharia clínica);
- SUP (suprimentos e finanças);
- EXE (pessoal técnico executor).

Todas as atividades são controladas por estados (finitos) que interligam os processos (Figura 2), na qual todos os microprocessos estão definidos (BASSANI, 2002). Cada código (setas da Figura 2) representa um microprocesso que é ativado por um responsável e passa a ser responsabilidade de outro profissional. O código do microprocesso caracteriza o status da Ordem de Serviço (OS). Para cada solicitação de abertura de OS (OA) e manutenção, o microprocesso AE (aguarda execução) é ativado pela CAC e fica sob responsabilidade de algum engenheiro chefe em GRU. Este, por sua vez, irá ativar EE (em execução), atribuindo a OS ao executor mais adequado, dentro de EXE. Em seguida, por exemplo, EP (serviço concluído) é ativado, ficando sob responsabilidade da CAC concluir formalmente a OS (CO). Cerca de 40 microprocessos controlam todas as atividades. Cada seqüência desde OA até CO corresponde a um tipo de OS que fica descrito por sua trajetória. As transições entre microprocessos incluem conjuntos pré-definidos de atividades realizadas e podem, por exemplo, ser usadas para contagem de tempos e avaliação de custos (ROCHA, 2002).

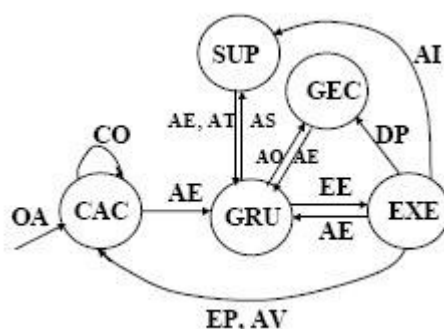


Figura 2- Transições envolvidas no controle de ordens de serviço no CEB-UNICAMP. CAC- central de atendimento ao cliente, GEC- gerência de engenharia clínica, SUP - suprimentos e finanças, GRU- chefias de engenharia clínica, EXE- executores. OA- abertura de OS, AE- aguarda execução, EE- em execução, EP- serviço concluído, AV- aguarda vinda de equipamento para o laboratório de manutenção, AO- aguarda orçamento, AT- autorização técnica de orçamento, AS- aguarda suprimentos, DP- proposta de desativação de equipamento, CO- OS concluída (VILELA, 2004).

2.2.1.3 MODELO UTILIZADO PELO IEB-UFSC

A área de Engenharia Clínica do IEB-UFSC tem como objetivo promover a saúde através de ações voltadas à Gestão de Tecnologia Médico-Hospitalar (GTMH) e vem atuando de forma significativa em pesquisas voltadas para GTMH, assim como desenvolvendo assessorias para dimensionamento e incorporação de tecnologia, avaliação técnica de equipamentos médico-hospitalares, treinamento especializado, projetos arquitetônicos hospitalares, dentre outras (IEB-UFSC, 2006).

A estrutura de engenharia clínica (EEC) do IEB-UFSC iniciou suas atividades na rede pública estadual em janeiro de 1998, e atualmente atende onze hospitais. Essas atividades visam fornecer o suporte necessário a todo o processo pelo qual a tecnologia médico-hospitalar passa, iniciando pela sua especificação e avaliação das propostas, passando pelo recebimento, instalação, treinamento de operadores e todas as atividades necessárias para manter o equipamento de acordo com o especificado pelo fabricante (LUCATELLI, 2002).

A EEC implantada nesses hospitais é chamada de Centro Local de Engenharia Clínica (CELEC), que possui uma equipe técnica formada por engenheiros, técnicos e estagiários, com possíveis variações quanto ao número de integrantes, de acordo com a necessidade e demanda local. O contexto de desenvolvimento e aplicação do gTMH adota um modelo composto por três níveis de abrangência: Nível Local, Nível de Referência Regional e Nível de Referência Estadual, descritos a seguir (BESKOW, 2001):

- **Nível Local** – representado por Centros Locais de Engenharia Clínica, implementados em diversos hospitais, que se tornam os responsáveis por todo o gerenciamento de tecnologia neste nível. A cargo dos CELEC ficam as seguintes responsabilidades: acompanhamento da rotina de utilização dos equipamentos; identificação e diagnóstico de problemas com equipamentos; solicitação e acompanhamento de manutenção terceirizada; avaliação de orçamentos de serviços de terceiros; avaliação e programação de contratos de manutenção; execução de manutenção; suporte à especificação técnica para novas aquisições; identificação de necessidade de treinamento dos operadores (médicos, enfermeiros, técnicos em enfermagem); treinamento de operadores e mantenedores; execução de testes funcionais; identificação de necessidade de ensaios de desempenho e segurança elétrica, estruturação administrativa e documental.
- **Nível de Referência Regional** – é representado pelo Centro de Referência Regional (CRR), o qual desempenha as funções de gerenciamento e orientação técnica de referência para a região, bem como sistematiza os dados gerados em cada Celec, encaminhando-os periodicamente ao nível gestor na forma de relatórios com conteúdo técnico e econômico.
- **Nível de Referência Estadual** – é representado pelo Centro de Referência Estadual (CRE) instalado na UFSC, que serve, fundamentalmente, para a formação de recursos humanos, além de centralizar a solução de problemas de gTMH em nível macro. Essa estrutura é, ainda, apoiada por atividades especializadas de suporte que contemplam o

Dimensionamento Incorporação de Tecnologia (DIT) – auxilia no processo de incorporação de tecnologia médico-hospitalar, visando a uma melhor adequação ao uso da tecnologia com o menor custo para os EAS –, o Treinamento (TR) – objetiva a atualização, capacitação e aperfeiçoamento dos profissionais e usuários de tecnologia médico-hospitalar – e o Laboratório de Avaliação Técnica (LAT) – que atua como instrumento na garantia da qualidade de EEM (LUCATELLI, 2002).

2.2.2 IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE gTMH EM EAS

Para a implantação de um sistema de gTMH, é necessário fazer um levantamento de dados sobre o parque de equipamentos existentes no EAS e calcular os recursos necessários para a incorporação de um grupo de manutenção. Com estes dados, deve ser elaborada e apresentada, à administração do EAS, uma proposta para a implantação contendo os resultados que este trabalho irá obter. Essa proposta deve conter uma descrição dos recursos humanos, materiais e financeiros necessários para a implantação do grupo (CALIL, 1998).

Esse procedimento é importante para a definição dos valores que serão investidos e determinará a dimensão e a qualidade de serviço que o grupo poderá oferecer. É fundamental um conhecimento de cada detalhe de cada informação obtida para execução dos cálculos, assim como a teoria utilizada para a elaboração de cada um dos cálculos.

2.2.3 GERENCIAMENTO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Os métodos de gerenciamento para a monitoração de um equipamento pertencente ao EAS devem ser desenvolvidos e executados a partir da solicitação de aquisição por parte do grupo médico ou de qualquer outro setor de apoio aos serviços existentes na unidade.

Cabe ao grupo de manutenção participar efetivamente no processo de especificação do equipamento, no contato com os fabricantes ou fornecedores, na avaliação dos equipamentos disponíveis no mercado, na elaboração de critérios e exigências técnicas que devem constar do contrato de aquisição, na verificação da conformidade com o que foi solicitado, na aceitação e instalação do equipamento adquirido. Após a instalação, os métodos de gerenciamento devem ser dirigidos à manutenção e, se caso for, desativação do equipamento (MELLO, 1998).

Uma vez autorizada a implantação do grupo de manutenção, pela administração do EAS, é necessário desenvolver o sistema de gerenciamento a ser praticado pelo grupo. Esse sistema deverá definir os controles referentes ao recebimento dos equipamentos adquiridos pelo EAS, controles envolvidos para um equipamento desde a solicitação do serviço para sua manutenção, até seu retorno em operação, e controles em relação ao grupo de manutenção e em relação à qualidade dos serviços por ele oferecidos.

2.2.3.1 RECEBIMENTO

O recebimento de um equipamento que chega ao EAS envolve três atividades: avaliação, aceitação e instalação. O procedimento de avaliação (na chegada do equipamento) evita problemas entre fornecedor e comprador por eventuais danos que ocorram no equipamento durante o transporte ou por falta de partes (peças, dispositivos, acessórios e documentação), que deveriam estar incluídas na embalagem (CALIL, 1998).

A aceitação do equipamento depende não só da avaliação, mas de testes que possam ser executados pelo grupo, que podem variar desde a simples demonstração de que o equipamento está em perfeitas condições de funcionamento até a utilização de equipamentos de testes e o uso de acessórios específicos (materiais que simulam tecidos biológicos, placas que definem resolução de equipamentos de imagem, entre outros).

Para o funcionamento adequado do equipamento, a instalação pode depender dos mais diversos tipos de recursos (hidráulicos, mecânicos, potências elétricas estáveis e/ou elevadas, esgotos especiais, tratamento de dejetos, blindagem magnética, blindagem para radiações ionizantes, monitoração e controle de temperatura e umidade, iluminação especial, etc.) (CALIL,1998).

Assim, antes do processo de aquisição, é importante que o responsável pelo grupo de manutenção tenha se informado de todas as necessidades do equipamento (que certamente implicarão em custos adicionais) e acompanhado todo o processo de execução da infraestrutura exigida pelo equipamento.

2.2.3.2 MANUTENÇÃO

De modo geral, a manutenção consiste na conservação de todos os equipamentos, de forma que estejam em condições ótimas de operação quando solicitados ou, em caso de defeito, que possam ser reparados no menor tempo possível e da maneira tecnicamente mais correta (ROCCO, 1998).

O primeiro ponto a ser lembrado ao se iniciar um serviço de manutenção que envolve pessoas eminentemente técnicas é que a maioria delas não gosta de preencher formulários. Assim, é recomendável que todos os dados essenciais para o gerenciamento do grupo sejam

reunidos em um só documento, preferencialmente a ordem de serviço (OS), uma vez que os técnicos necessariamente deverão tê-la em mãos ao fazer a manutenção do equipamento.

Basicamente, uma OS deve conter:

- Identificação do equipamento, que pode ser um código ou nome relacionado com o equipamento;
- Dados do serviço solicitante, ou seja, qual setor clínico solicitou a manutenção;
- Tipo de serviço solicitado;
- Controle de falhas, fazendo assim a verificação de possíveis repetições de problemas ocorridos;
- Controle do trabalho executado incluindo o controle de horas de serviço;
- Controle do material utilizado com o custo de cada material.

Entretanto, a quantidade de dados existentes em uma OS pode ser ampliada de acordo com o aumento de atividades oferecidas e a conseqüente necessidade de um gerenciamento mais elaborado.

2.2.3.3 CONTROLE PERIÓDICO

O controle periódico trata da monitoração da produtividade do pessoal técnico e dos custos envolvidos para o grupo de manutenção e dos materiais utilizados e consumidos.

O problema que ocorre em qualquer tipo de monitoração ou controle de serviços é que nem sempre os técnicos são conscientizados sobre a necessidade do preenchimento correto dos dados existentes em todos os formulários desenvolvidos, assim como da indisponibilidade de pessoal administrativo para a digitação e processamento dos dados gerenciais dos equipamentos.

2.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A tecnologia da informação (TI) pode ser definida como tecnologia que influi na arquitetura do conhecimento (suporte, formato, conteúdo e tipo), e que, na "era da informação", envolve computadores, telecomunicação e sistemas de *software* que ajudam a organização, transmissão, armazenamento e utilização de dados, informações ou conhecimentos (MIRANDA, 2004).

Segundo MEIRELES (1994), *"a Tecnologia da Informação é o conjunto de recursos não humanos dedicados ao armazenamento, processamento e comunicação da informação, e a maneira como esses recursos estão organizados num sistema capaz de executar um conjunto de tarefas"*.

A TI não se restringe a equipamentos (hardware), programas (software) e comunicação de dados. Existem tecnologias relativas ao planejamento de informática, ao desenvolvimento de sistemas, ao suporte ao software, aos processos de produção e operação, ao suporte de hardware (ORTOLANI, 1995).

Com a utilização da TI aliada à Engenharia Clínica, o crescimento estrutural de uma empresa que cuida da saúde tende a aumentar vertiginosamente, fazendo com que os dados utilizados deixem de ser apenas valores e números e passem a se tornar informações para um bom controle e tomada de decisões.

2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Um sistema de informação (SI) coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informações com um propósito específico. Como qualquer outro sistema, esse sistema abrange

entradas (dados) e saídas (relatórios, cálculos, interações), processa essas entradas e gera saídas que são enviadas para o usuário ou outros sistemas (TURBAN, 2003).

Ainda segundo TURBAN (2003), conceitos como dados, informações e conhecimentos estão inclusos no que diz respeito a sistemas de informação e é importante saber diferenciá-los.

- **Dados:** são fatos ou descrições básicas de objetos, eventos, atividades e transações que são capturados, registrados, armazenados e classificados, mas *não organizados* para transmitir qualquer significado.
- **Informações:** um conjunto de fatos (dados) organizados de forma a fazer sentido para o destinatário. As informações nascem a partir dos dados processados.
- **Conhecimento:** consiste em informações organizadas e processadas para transmitir discernimento, experiências, aprendizagem acumulada ou habilidade, se aplicável a um problema ou processo.

As informações processadas para extrair implicações críticas e refletir experiências e habilidades anteriores fornecem ao receptor o conhecimento organizacional, que é valorizado. Esse valor adicionado pode evitar que uma pessoa repita experiências negativas, reduzindo tempo e custos.

2.4.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO BASEADOS EM COMPUTADOR (SIBC)

Um SIBC é um sistema de informação que usa o computador e a tecnologia de telecomunicações para executar suas tarefas. A Tecnologia de Informação é um componente particular de um sistema. Entretanto, poucas tecnologias da informação são usadas

isoladamente, pois obtêm sua eficiência máxima quando combinadas em sistemas de informação.

Segundo TURBAN (2003), os principais componentes dos sistemas de informação podem ser definidos como:

- **Hardware:** um conjunto de dispositivos, como processador, monitor, teclado e impressora, que aceita dados e informações, processa-os e os exhibe.
- **Software:** um grupo de programas de computador, que permite o processamento de dados no hardware.
- **Banco de dados:** um conjunto organizado de arquivos ou registros relacionados, que armazena dados e as associações entre eles.
- **Rede:** um sistema de conectividade que viabiliza o compartilhamento de recursos entre computadores diferentes.
- **Procedimentos:** estratégias, políticas, métodos e regras para utilizar o sistema de informação.
- **Pessoas:** componente mais importante nos sistemas de informação; inclui aquelas que trabalham com o próprio sistema ou usam sua saída.

Todos os SIBC têm um objetivo semelhante, que é fornecer uma solução para um problema. A aplicação bem-sucedida de um SIBC requer o conhecimento do ambiente, assim como o problema ao qual o SIBC deve ser aplicado.

2.4.2 CAPACIDADES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Espera-se que os sistemas de informação façam (VIEIRA, 2005):

- **Processar transações de forma rápida e precisa:** Todo evento ocorrido é denominado *transação*. Cada transação gera dados, que devem ser capturados com precisão e velocidade.
- **Armazenar e acessar rapidamente grandes massas de dados:** Os sistemas de informação devem oferecer não somente uma enorme capacidade de armazenamento para os dados da corporação, como também acesso rápido a esses dados.
- **Comunicação rápida (de uma máquina para outra, de um ser humano para outro) –** As redes permitem que funcionários e computadores se comuniquem quase instantaneamente. As redes também oferecem aos tomadores de decisão um acesso praticamente imediato à informação, reduzindo, dessa forma, as incoerências.
- **Reduzir a sobrecarga de informações –** Os sistemas de informação contribuem para uma avalanche de informações. É possível desenvolver os sistemas de informação de modo a reduzir essa sobrecarga de informações.
- **Expandir as fronteiras –** Os sistemas de informação expandem as fronteiras dentro das organizações e entre organizações em toda a cadeia logística.
- **Fornecer suporte para a tomada de decisão –** Os sistemas de suporte a decisão ajudam os tomadores de decisão em uma organização e em todos os níveis dessa organização.
- **Fornecer uma arma competitiva –** Os sistemas de informação devem estar vinculados às cadeias logísticas para oferecer uma vantagem competitiva as organizações.

O que vem se promovendo ultimamente é uma nova abordagem para os sistemas de informação aliados a sistemas corporativos. Os sistemas corporativos permitem a comunicação de idéias, compartilhamento de recursos e coordenação dos esforços de trabalho. Sua meta é permitir o trabalho em conjunto de maneira mais fácil e eficaz, ajudando a Comunicar, Coordenar e Colaborar. A comunicação se dá compartilhando informações uns

com os outros, a coordenação de forma recíproca aos esforços individuais de trabalho e uso dos recursos, e a colaboração através do trabalho, em conjunto, cooperativamente em projetos e tarefas comuns (BRIEN, 2002).

Quando se fala em sistemas colaborativos, não se pode deixar de falar em *Groupware* e *Workflow*, pois estão incluídos ao entendimento sobre estes sistemas. *Groupware* refere-se aos grupos de trabalho, que nos sistemas colaborativos permitem pessoas se comunicarem umas com as outras, cooperando sobre projetos e compartilhando informações e conhecimentos, independentemente da localização e do momento. Facilitam a comunicação informal, a automatização e a redução do tempo na realização das tarefas, permitindo a realização do trabalho em equipe de maneira mais eficaz, eficiente e criativa.

Groupware pode também ser visto como uma coleção de softwares computacionais, funcionários e processos de trabalho numa organização, que deve estar sempre operando em harmonia. Se uma das hastes deste tripé falhar, por exemplo, se alguns funcionários utilizam e outros não, o *Groupware* não dará o retorno esperado (GUNNLAUGSDOTTIR, 2003).

Workflow (fluxo de trabalho) é o caminho mapeado de algum processo de trabalho, com base em regras que dão suporte ao processo empresarial. Os sistemas de fluxo de trabalho estão associados ao gerenciamento de atividades e projetos, que ajudam os trabalhadores do conhecimento a colaborarem para realizar e administrar atividades estruturadas em um processo empresarial apoiado no conhecimento. Os sistemas de fluxo de trabalho normalmente baseiam-se em regras que governam o fluxo das atividades e em informações de atividades contidas em formulários e outros documentos das empresas. É um recurso que executa transações específicas e conduz estas transações entre os membros do grupo de trabalho, facilitando o trabalho em conjunto (LIMA, 2004).

Dentre as diversas ferramentas existentes no mercado que utilizam os conceitos de *Groupware* e *Workflow*, a que possui grande popularidade é o *Lotus Notes*, que tem grande

aceitação devido à facilidade em que a mesma tem de integração com os diversos ambientes tecnológicos.

2.4.2.1 LOTUS NOTES

O *Lotus Notes* iniciou-se através de alguns dos primeiros programas de computador escritos no *Computer-based Education Research Laboratory* (CERL), na Universidade de Illinois. Em 1973, o CERL desenvolveu uma versão do produto chamado *PLATO Notes*. Naquele tempo, a única função do *PLATO Notes* era para arquivar um relatório de “bug” através de um ID (Identificador) de usuário e a data de arquivamento, fazendo o arquivo ser seguro para que os outros usuários não pudessem excluí-lo (UFSC, 2005).

Ainda segundo UFSC (2005), em 1976, o *PLATO Group Notes* foi desenvolvido. O *Group Notes* adotou o conceito original do *PLATO Notes* e o expandiu, permitindo aos usuários:

- Criar arquivos de notas privados e organizados por assunto;
- Criar listas de acessos;
- Ler todas as notas e respostas escritas desde uma certa data;
- Criar notas anônimas;
- Criar *flags* de mensagem de diretor;
- Marcar comentários em um documento;
- Criar *links* de arquivos de notas com outros sistemas *PLATO Notes*;
- Usar jogos de multi usuários.

Depois da introdução dos IBM-PC e do MS-DOS pela Microsoft em 1982, a arquitetura baseada em mainframe do *PLATO* tornou-se menos custo-efetiva. O *Group Notes* começou então, a se transformar em vários produtos do tipo “Notes”.

Em 1984, foi iniciado pela Lotus o desenvolvimento da primeira versão do *Lotus Notes*. O *Lotus Notes* foi modelado em cima do *PLATO Notes*, sendo expandido para incluir características mais poderosas, vantagens nos bancos de dados e maior segurança. A visão original do Notes incluía discussão on-line, e-mail, livros de endereços e banco de dados de documentos (LOTUS, 2005).

Para atingir estes objetivos, o *Notes* oferecia aos usuários uma arquitetura cliente/servidor que conectava PCs a uma rede local (LAN). Um grupo poderia fazer troca de dados de uma máquina com o servidor dedicado (um PC) que se comunicava com outros grupos de servidores. Os servidores trocavam informações através de dados replicados, isto é, existiam diferentes cópias potenciais de um mesmo banco de dados residentes em servidores diferentes, e o servidor *Notes* continuamente as sincronizava. Isto foi feito para que os usuários pudessem trocar informações facilmente, tanto de seus próprios escritórios como em outros lugares distantes.

Uma de suas características chave é a customização. O *Lotus Notes* é um produto flexível que permite a construção de aplicações para as necessidades dos clientes. Assim a arquitetura do *Notes* usa uma abordagem de construção em blocos, na qual pode-se construir uma aplicação textual de grupo juntando os vários serviços disponíveis. O Notes estava habilitado a sobreviver as mudanças na indústria porque é um produto flexível onde os usuários podem customizar para ajustar as suas necessidades de mudanças (LOTUS, 2005).

Em 1986, o produto foi concluído e foram demonstradas todas as suas capacidades únicas tendo uma documentação preliminar. Estava pronto para ser utilizado pelos usuários internos da Lotus. Ao mesmo tempo, a Lotus avaliou e aceitou o produto. Em 1987, a *Lotus* comprou os direitos do *Notes* (UFSC, 2005).

Em 1995, a IBM comprou a *Lotus*, e adquiriu a tecnologia do *Notes* (já na versão 4.0). Atualmente o *Lotus Notes* está na versão 7.0 e pode ser considerado um sistema completo de banco de dados distribuído e organização de documentos.

É um produto de colaboração e comunicação em grupo que permite as pessoas acessar, acompanhar, compartilhar e organizar informações (LOTUS, 1997). Os aplicativos do *Lotus Notes* permitem a comunicação entre grupos de modo que os usuários possam criar e acessar informações em forma de canais de Internet, LANs, WANS e linhas de discagem de acesso.

O sistema *Lotus Notes*, atualmente, está dividido em quatro produtos interligados:

- **Servidor Domino**, onde estão localizados os servidores http, as bases de dados, os documentos e toda a lista de usuários e seus Acessos.
- **Notes Client**, que é a ferramenta de abertura das bases, de verificação de e-mails e interação do usuário com o servidor.
- **Domino Designer**, ferramenta utilizada no desenvolvimento e manutenção das bases de dados localizadas no servidor.
- **Domino Administrator**, ferramenta utilizada para a criação e manutenção de usuários, criação de e-mails e certificadores utilizados pelo Servidor Domino. Também pode ser considerada a ferramenta de controle do Servidor, incluindo estatísticas de acesso, controle de atualizações, compactações de bases, entre outras funcionalidades.

2.4.3 TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DOS SIBC

Com o avanço contínuo da tecnologia de computação, os sistemas de informações baseados em computadores mudam rapidamente. Essas modificações geram grandes impactos

sobre os atributos dos sistemas de informação organizacionais. Essas novas tecnologias viabilizam inovações que contribuem para a competitividade, sabendo que a tecnologia da informação e a estratégia organizacional são inseparáveis (TURBAN, 2003).

A tendência dos Sistemas de Informações atuais está cada vez mais voltada à utilização de computadores portáteis. Com isto, a facilidade de deslocamento e a praticidade são potencializadas para resolver certas tarefas.

2.5 COMPUTADORES PORTÁTEIS (PDAS)

Os computadores portáteis são chamados genericamente de PDAs (*Personal Digital Assistants*, ou Assistentes Pessoais Digitais). Para iniciar, pode-se classificar os portáteis PDAs pelo tamanho e forma de uso.

Os *handhelds* são aqueles que possuem um pequeno teclado como meio principal de entrada de dados. Podem ter tela sensível ao toque (*touchscreen*). *Palmtops* utilizam a própria tela sensível ao toque e uma caneta (*stylus*) como interface preferencial para a entrada de dados. Geralmente cabem na palma da mão (SANTOS, 2004).

Assim como os computadores de mesa (PCs), os PDAs possuem um Sistema Operacional (SO) para fazer o gerenciamento de seus dados. Os PDAs de marca Palm (Figura 3), Sony Clié e Handspring utilizam o sistema operacional Palm OS, enquanto os Pocket PCs (HP, Compaq) utilizam o sistema operacional da Microsoft (Windows CE) e esta é a principal diferença entre um computador de mão Palm e um Pocket PC.

Essa diferença principal está na linguagem de programação e desenvolvimento de aplicativos. No caso do sistema Palm OS, a linguagem de programação é “aberta” permitindo a qualquer pessoa que entenda de programação desenvolver um aplicativo para “rodar” no

Palm. Isto permite que o usuário de computadores com o sistema operacional Palm OS encontre várias possibilidades de softwares e aplicativos disponíveis para download na internet. No caso dos Pocket PCs, os softwares disponíveis para uso são apenas os desenvolvidos pela Microsoft ou os compatíveis (PALMBRASIL, 2005). Tanto para Pocket PC quanto para Palm OS, várias plataformas e linguagens de programação podem ser utilizadas para o desenvolvimento de aplicativos e softwares para PDAs, cada uma com suas particularidades e facilidades.

Outra facilidade é a possibilidade dos PDAs se comunicarem com outros aparelhos, incluindo o PC. Esta comunicação pode ser feita de diversas maneiras, como através de cabo USB, porém, os PDAs mais modernos utilizam comunicação sem fios para realizar a transferência de dados.

Com todas estas qualidades, os PDAs são considerados ótimos equipamentos de aquisição e envio de dados e execução de inúmeras atividades.



Figura 3 – Exemplo de PDA da Marca *Palm* (PALM, 2005)

2.6 COMUNICAÇÃO SEM FIO

Comunicação sem fio, ou *Wireless*, é o termo utilizado para transmissores e receptores de rádio frequência. Um protocolo de comunicação sem fio tem por objetivo criar redes *Wireless* de alta velocidade e transferir dados por ondas de rádio em frequências não licenciadas. É precisamente pelo fato de serem frequências abertas, não necessitando de qualquer tipo de licença ou autorização do regulador das comunicações para operar (ao contrário das demais áreas de negócio), que as torna tão atrativas (WIRELESS, 2005).

Atualmente, a comunicação sem fios usa principalmente frequências de rádio e ondas infravermelhas. Para o seu funcionamento, deve-se estar no raio de ação de um ponto de acesso ou local onde opere uma rede sem fios e utilizar um dispositivo móvel, como um computador portátil, um Computador Pessoal, ou um PDA com capacidade de comunicação sem fios.

Esta nova tecnologia vem crescendo vertiginosamente no mercado devido a sua facilidade e praticidade de instalação e utilização, visto que não é necessário, por exemplo, passar cabos por um prédio inteiro para obter conexão de rede (como é feito através das redes de fios convencionais), basta o aparelho estar no raio de acesso da rede para poder se comunicar.

2.6.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO PARA PDAS

A rede sem fio mais difundida entre os dispositivos portáteis é o padrão IEEE 802.11b. Este padrão foi a principal referência ao estudo, pois além de sua área de transmissão ser aceitável para o desenvolvimento de sistemas sem fio, seu custo é razoavelmente baixo.

Apesar do padrão de redes *wireless* atual (2006) ser o IEEE 802.11g, este utiliza a mesma faixa de frequência do 802.11b, permitindo assim que os dois padrões sejam compatíveis, ou seja, pode-se adicionar placas e pontos de acesso 802.11g a uma rede 802.11b já existente, mantendo os componentes antigos ou menos potentes (como os PDAs) (SILVA, 2005).

A camada física do padrão 802.11b utiliza espalhamento espectral por sequência direta (DSSS – *Direct Sequence Spread Spectrum*) que usa transmissão aberta (*broadcast*) de rádio e opera na frequência de 2,4 a 2,4835 GHz no total de 14 canais com uma capacidade de transferência de 11 Mbps, em ambientes abertos (aproximadamente 450 metros) ou fechados (aproximadamente 50 metros). Esta taxa pode ser reduzida a 5,5 Mbps ou até menos, dependendo das condições do ambiente no qual as ondas estão se propagando (paredes, interferências, etc) (ALPHALINK, 2005).

Dentro do conceito de WLAN (Wireless Local Area Network) temos o conhecido Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). O Wi-Fi nada mais é do que um nome comercial para o padrão de rede wireless 802.11b. Hoje em dia existem vários dispositivos que competem com o espaço aéreo no espectro de 2,4 GHz. Infelizmente, a maior parte dos que causam interferências são comuns em cada lar, como por exemplo, o forno de microondas e os telefones sem fios. Uma outra forma de comunicação que utiliza faixas de frequência similares às do padrão 802.11b é do protocolo Bluetooth, porém é desenhado para transmissões de curtas distâncias (WIRELESS, 2005).

A topologia das redes 802.11b é semelhante à das redes de par trançado, com um *Hub* central, onde um equipamento fica responsável pela comunicação entre vários computadores. A diferença no caso é que, simplesmente, não existem os fios e que o equipamento central é chamado *Access Point* cuja função não difere muito da do *Hub*, que é retransmitir os pacotes de dados, de forma que todos os computadores da rede os recebam. Para a utilização desta tecnologia, existem tanto placas PC-Card, que podem ser agregadas em notebooks e em alguns PDAs, como também placas para PC (ALPHALINK, 2005).

Outra forma de comunicação sem fio para o PDA é a que utiliza raios infravermelhos para transmissão de dados, porém, apesar de barata, é uma conexão bastante lenta (CLARINET, 2004).

2.7 TIPOS DE PDA

Os PDAs podem ser distinguidos por seus acessórios, suas formas de comunicações, seu Sistema Operacional, entre outras características. Na Tabela 1, estão apresentadas as especificações técnicas dos principais equipamentos portáteis (PDAs) disponíveis no mercado.

Tabela 1 - Comparativo de especificações técnicas dos diferentes tipos de PDA

Espec. PDA	TUNGSTEN E2	ZIRE 72	AXIM TM X50	SPT 1800	LifeDrive
Sistema Operacional	Palm OS Gardnet 5.4	Palm OS Gardnet 5.2.8	Microsoft Windows Móbile 5.0	Palm OS 3.2	Palm OS Gardnet 5.4
Tela	320 x 320	320 x 320	240 x 320	160 x 160	320 x 480
Cores (Definição)	65 mil	65 mil	65 mil	Monocromático	65 mil
Memória	32 MB	35MB	64/128MB	2/8MB	4 GB
Conexão Bluetooth	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Conexão Wi-Fi	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Velocidade do Processador	200 MHz	312 MHz	512 MHz	33 MHz	416 MHz
Câmera Fotográfica	Não	Sim	Não	Não	Não

2.8 SISTEMAS DE BANCO DE DADOS

Um sistema de banco de dados permite reunir listas ou partes específicas de informações relevantes ao nosso trabalho ou à nossa vida. Fornece também uma maneira de armazenar e de manter centralizadas estas informações.

Os dados armazenados em um banco de dados podem ser imaginados como uma quantidade de informação. Ao criar um banco, as informações que se estão interessadas são aquelas que precisamos rastrear, e que se torna a base dos dados. Claro que se faz mais do que simplesmente armazenar dados, também é preciso um modo para introduzir ou inserir dados no banco, classificá-los e restaurá-los. Existem muitas formas de armazenar estas informações, e podem ser separadas em dois grandes grupos: modelo relacional e não-relacional (THIZON, 2005).

O modelo relacional, atualmente muito utilizado, oferece uma série de vantagens e facilidades na implementação de banco de dados, amplamente difundidas entre os desenvolvedores de sistemas. Já os modelos de bases que utilizam o modelo não-relacional são pouco conhecidos, mas oferecem algumas características para o desenvolvimento de aplicativos.

Certos bancos de dados possuem características próprias para armazenar informações, como os utilizados por PDAs. Um dos mais difundidos entre estes dispositivos móveis é o chamado *PalmDatabase*, utilizado principalmente em PDAs que possuem o Sistema Operacional *Palm OS*.

2.8.1 MODELO DE BANCO DE DADOS NÃO-RELACIONAL

Segundo SALEMI (1993), os sistemas de gerenciamento de banco de dados não-relacionais podem ser agrupados em cinco tipos diferentes de modelos: sistema de

gerenciamento de arquivo, sistema de banco de dados hierárquico, sistema de banco de dados de rede, sistema de banco de dados documentais e sistema de banco de dados orientado à objeto. Cada modelo é uma descrição conceitual de como funciona o banco. Especificamente, ele descreve como ter acesso aos dados apresentados ao usuário ou ao programador. Uma das ferramentas que utiliza os princípios de bancos de dados não-relacionais é o *Lotus Notes*.

Dentre estes modelos, destacam-se três modelos conceituais utilizados pelo *Lotus Notes* para implementação das suas bases (SALEMI, 1993):

- **Sistemas de Gerenciamento de Arquivo** - Neste modelo, cada campo ou item de dado é armazenado sequencialmente no disco e em um único arquivo. Este foi o primeiro método usado para armazenar dados em um banco de dados e a simplicidade é sua única vantagem;
- **Sistemas de Bancos de Dados Hierárquicos** - Os dados são organizados em uma estrutura de árvore que se origina a partir de uma raiz. Cada classe de dados fica localizada em diferentes níveis, ao longo de um determinado ramo que deriva da raiz. A estrutura dos dados de cada nível de classe é chamada um nó. Se não houver mais ramos, o último nó da série é considerado uma folha. O diagrama de uma estrutura hierárquica identifica as relações “pai-filho” e “parentes” entre os vários itens de nosso banco de dados e mostra claramente as vantagens do modelo hierárquico frente ao modelo gerenciamento de arquivo, por definir relações de um-para-muitos.
- **Sistemas de Bancos de Dados Documentais** - Como citado em MATTISON (1998), por muito tempo desenvolvedores de sistemas têm batalhado para o desenvolvimento de técnicas que permitem o gerenciamento de outras informações que não sejam somente dados. Pode-se citar, como exemplo, bases gráficas, bases de músicas, bases de vídeo e bases documentais. Estes tipos de bases estão fundamentadas no armazenamento da informação, da rápida recuperação de documentos e de sua indexação, logo se faz possível para o usuário incluir, editar, manter, consultar uma

grande quantidade de documentos com um mínimo esforço. Quando se olha na *Web*, sob uma perspectiva de alto nível, pode-se analisar que navegar pela *Web*, nada mais é que seguir ponteiros de um lugar para outro. Na terminologia de arquitetura de banco de dados, nada mais é do que uma base na rede de documentos com apontadores explícitos de uma página HTML (um registro) para a próxima página (outro registro). Clicando em um dos apontadores numa página *Web*, está fazendo o mesmo que “*get next record*” em uma base de dados relacional.

2.8.2 MODELOS DE BANCO DE DADOS RELACIONAL

O estudo de um Banco de Dados Relacional (BDR) deve-se a sua maior utilização dentre os sistemas atualmente utilizados. A seguir, são apresentados os principais conceitos e detalhes de um Banco de Dados Relacional.

2.8.2.1 CONCEITOS DE BDR

Em 1969 foi publicado pelo Dr. E. F. Codd, o primeiro artigo que definia um modelo com base no conceito matemático dos conjuntos relacionais. A partir desse artigo, o modelo relacional tem sido refinado, até que 1985 o próprio Dr. Codd lançou as “12 regras” que definiam um banco de dados relacional. Em 1990, foram publicadas as 333 regras que são subconjuntos e expansões das 12 regras originais (SILVA, 2003).

O modelo relacional abandona o conceito de relações “pai-filho” feitas diretamente entre os dados e os organiza em conjuntos matemáticos lógicos de estrutura de tabelas. Nesse modelo, cada item de dado pertence a uma coluna da tabela e uma linha da tabela é composta

por vários elementos diretamente relacionados. Em outras palavras, o modelo de dados relacional representa os dados contidos em um banco de dados através de relações.

Estas relações contêm informações sobre as entidades representadas e seus relacionamentos. O Modelo Relacional é claramente baseado no conceito de matrizes, onde as chamadas linhas (das matrizes) são os registros e as colunas são os campos. Os nomes das tabelas e dos campos são de fundamental importância para a compreensão entre o que e onde está sendo armazenado, e qual a relação existente entre os dados armazenados.

Os principais elementos que compõem um Banco de Dados Relacional podem ser definidos como (DIAS, 2002):

- **Tabelas** - Os bancos de dados relacionais são compostos de relações, mais comumente chamadas de tabelas. Uma tabela é exatamente o que o nome sugere - uma tabela de dados. Se alguma vez utilizou uma planilha eletrônica, já utilizou uma tabela relacional. Toda tabela é composta por colunas, cada uma correspondendo a um fragmento diferente de dados e linhas que correspondem a registros individuais.
- **Colunas** - Cada coluna na tabela tem um nome único e contém dados diferentes. Cada coluna tem um tipo de dado associado. Estes dados podem ser números inteiros, números reais, data, hora, um conjunto de caracteres, entre outros. As colunas são comumente chamadas de campos ou atributos.
- **Linhas** - Cada linha em uma tabela representa um registro diferente. Por causa do formato tabular, todas elas têm os mesmos atributos. As linhas também são comumente chamadas de registros ou tuplas.
- **Valores** - Cada linha consiste em um conjunto de valores individuais que correspondentes às colunas. Cada valor deve ter o tipo de dados especificado pela sua coluna.
- **Chaves** - É necessário ter uma maneira de identificar cada registro específico. Campos do tipo *String* (conjunto de caracteres) não são, normalmente, uma maneira muito boa de fazer isso - este campo poderá ter registro repetidos. Para evitar

redundâncias deste tipo, adiciona-se um número inteiro único. Esse é o mesmo princípio que leva uma pessoa a ter um número único de conta bancária ou número de associação. Isso facilita o armazenamento em um banco de dados. Um número de identificação artificialmente atribuído pode ter a garantia de ser único. Poucas partes de informações reais, mesmo se utilizadas em combinação, têm essa propriedade.

A coluna de identificação em uma tabela é chamada de chave ou chave primária. Uma chave também pode consistir em múltiplas colunas. Por exemplo, pode-se referir a um registro específico, combinando os campos correspondentes a ele, mas não tendo a garantia de ser única.

Normalmente, os bancos de dados consistem em múltiplas tabelas e utilizam uma chave como uma referência de uma tabela para outra. O termo de banco de dados relacional para esse relacionamento é chave estrangeira. Em outras palavras, o identificador de uma tabela, quando aparece em outra tabela, é referido como uma chave estrangeira.

- **Relacionamentos** - As chaves estrangeiras representam um relacionamento entre dados em duas tabelas. Existem três tipos básicos de relacionamentos em um banco de dados relacional. Esses tipos são classificados de acordo com o número de objetos em cada lado do relacionamento. Os relacionamentos podem ser de um para um, de um para muitos ou de muitos para muitos.

Um relacionamento de um para um significa que há uma linha vinculada a uma linha de outra tabela.

Em um relacionamento de um para muitos, uma linha em uma tabela é vinculada a muitas linhas na outra tabela.

Em um relacionamento de muitos para muitos, muitas linhas em uma tabela são vinculadas a muitas linhas de outra tabela. Esse tipo de relacionamento, normalmente, utiliza uma tabela inteira para realizar este controle, ou seja, utiliza-se

uma terceira tabela que só conteria as chaves das outras tabelas como chaves estrangeiras em pares, para mostrar quais registros estão associados.

As vantagens dos Bancos de Dados Relacionais são sua simplicidade e flexibilidade nas definições das relações entre os vários itens de dados, já que não são feitos diretamente entre os dados e sim, entre as tabelas. Entretanto, esse método não elimina por completo a redundância de dados, já que no mínimo os relacionamentos entre as tabelas são feitos através da repetição de parte dos dados.

Além dessa redundância, fica a cargo do projetista do banco de dados se mais repetições de dados irão ou não fazer parte do modelo. O processo de fragmentação dos dados, a fim de serem organizados em subconjuntos (tabelas), é conhecido como normalização.

2.8.3 BANCO DE DADOS DO PALM (*PALM DATABASE*)

O *Palm Database* (PDB) é o formato padrão que o *Palm OS* utiliza para armazenamento de dados, em forma de registros. Neste Capítulo é explicado o modo de armazenamento dos dados dentro do PDB, as estruturas internas e os conceitos envolvidos na sua utilização.

2.8.3.1 CONCEITOS DO PALM DATABASE

O arquivo PDB pode ser criado tanto no PC, através de ferramentas específicas, quanto no *Palm*, através de programas ou funções. Porém, não se deve confundir os arquivos que são gravados no PC, de extensão PDB (nome_do_arquivo.**pdb**), com o formato de armazenamento

de dados do *Palm OS*, o *Palm Database* (PDB). Os arquivos gravados no PC tem esta extensão para associá-los ao gerenciador de *HotSync* (programa de sincronização de dados entre o *Palm* e o PC), possibilitando a instalação dos Bancos de Dados no *Palm* e o seu backup após um sincronismo de dados. O sincronismo dos dados refere-se à transferência bidirecional dos dados, atualizando programa e bancos de dados entre o PC e o *Palm*.

No *Palm OS*, não há arquivos e extensões, todos os dados armazenados são gravados na memória, através de formatos específicos para cada tipo de utilização. Até mesmo os programas (PRC ou *Palm Resource*) são Bancos de Dados com um formato específico. O que determina e diferencia o tipo do banco de dados armazenado são as informações do *Header* (cabeçalho do banco de dados), indicando se aquele Banco de Dados é um Banco de Registros, *Resource*, etc.

O formato padrão dos bancos de dados é detalhado como se fosse uma estrutura sequencial, exatamente como são gravados os arquivos PDB no PC, provenientes de um *HotSync*. Na realidade, a forma como o *Palm OS* armazena os bancos de dados na memória pode variar em função da quantidade de memória disponível e versão do Sistema Operacional. Naturalmente, se o usuário decidir gerar um arquivo PDB no PC com uma estrutura pré-detalhada e enviá-lo ao *Palm*, será perfeitamente possível, pois durante o processo do *HotSync*, o *Palm OS* alocará os recursos necessários para armazenar seu banco de dados na memória e o tornará disponível para suas aplicações (ALEXANDRONI, 2001).

Não se deve confundir o PDB com outras plataformas e linguagens de programação. É comum tentar associar este banco de dados a um arquivo DBF (*Database File*), *Paradox*, etc. O banco de dados do *Palm* não possui conceito de Campos, Índices e Chave Primária (apesar de existir um Identificador único do registro). O PDB é uma estrutura sequencial de registros que pode ser classificado na hora da inserção de um novo registro ou mesmo depois, através de uma função da API (*Application Programming Interface* ou Interface de Programação de Aplicativos) do *Palm OS*. API é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para utilização de suas funcionalidade por programas aplicativos, isto é, programas

que não requerem detalhes de implementação do software ou do Sistema Operacional, mas apenas usar seus serviços (PETZOLD, 2001).

No PDB, o desenvolvedor é responsável por determinar como os dados serão gravados nos registros, o tamanho de cada registro (porque os registros não precisam ter o mesmo tamanho). Como exemplo, para classificar um arquivo, é necessária uma função *Callback*, isto é, uma função provida pelo desenvolvedor, que o *Palm OS* chama durante uma operação de classificação de registros (ALEXANDRONI, 2001).

2.8.3.2 ESTRUTURA FÍSICA DO PDB

O formato PDB é composto de blocos com tamanho variável, exceto o *Header* que contém sempre 72 bytes. Cada bloco representa um conjunto de informações dentro do Banco de Dados. Veja o desenho dos blocos abaixo:

Tabela 2 - Organização do Palm Database (ALEXANDRONI, 2001)

<i>Header</i> do Banco de Dados (Tamanho Fixo 72 bytes)
Lista de Entradas de Registros (Tamanho variável)
<i>AppInfo Block</i> (Opcional, Tamanho Variável)
<i>SortInfo Block</i> (Opcional, Tamanho Variável)
Entradas de Registros (Tamanho Variável)

- **Header** - No *Header* são gravadas informações que identificam o Banco de Dados no *Palm OS* e estão detalhadas as localizações dos blocos de informações dentro do Banco de Dados.
- **Lista de Entradas de Registros (*Record List*)** - A *Record List* funciona como um índice seqüencial, ou relação de todos os registros gravados no Banco de Dados. Contém entradas informando a Posição Absoluta (em bytes) dos registros a partir do Início do *Header*. A primeira entrada corresponde ao primeiro registro do Banco de Dados, e assim por diante. Cada Entrada de Registro tem 8 bytes.
- ***AppInfo Block*** - O *AppInfo Block* é uma área que pode ser utilizada dentro de um Banco de Dados para guardar qualquer tipo de informação que o desenvolvedor achar necessário. Por exemplo: no formato PDB não há definições de campos, tipos de dados, etc. Para suprir essa dificuldade, é comum utilizar o *AppInfo Block* para gravar informações sobre a estrutura de campos. Isso fica a critério do desenvolvedor, não há nenhuma API do *Palm OS* para tal finalidade.

Outra característica do *AppInfo Block* é conter o conjunto de Categorias de um Banco de Dados. Categorias (*Categories* no *Palm OS*) são classificações que são aplicadas a registros de um Banco de Dados. Cada registro pode ser associado a uma Categoria e o *Palm OS* dispõe de rotinas que permitem filtrar a busca de registros por categoria. Um exemplo típico do uso de Categorias é a aplicação *Address* do Palm. Nesta aplicação, é possível classificar os registros como *Business*, *Personal*, *QuickList*, etc. São permitidas 16 Categorias por Banco de Dados, sendo que normalmente, a primeira da lista é criada com o nome "*Unfilled*", para indicar que o registro não foi classificado em nenhuma categoria (ALEXANDRONI, 2001).

O *Palm OS* dispõe de rotinas de inicialização da *Category Data* em sua API, porém, se o desenvolvedor estiver gerando um arquivo PDB com sua própria ferramenta, deve estar atento para gerar a estrutura das categorias na ordem correta.

Dentro do *AppInfo Block*, logo após o bloco de categorias, o desenvolvedor pode colocar os dados específicos de sua aplicação.

- ***SortInfo Block*** - O *SortInfo Block* é uma área dentro do PDB destinada a aplicações específicas do desenvolvedor. Não tem formato predefinido, nem tamanho. Sua localização é dada pela posição absoluta dentro do Banco de Dados, através do campo específico no *Header* do PDB. A maioria das aplicações não usa o *SortInfo Block* e algumas publicações informam que versões antigas do *HotSync* não suportam o Backup do *SortInfo Block* do Bancos de Dados.
- **Entradas de Registros** - Os registros que foram apontados na *Record List*, são colocados logo após o último bloco de dados específicos da aplicação (*AppInfo*, *SortInfo*, se houver). Como já mencionado, os registros não tem formato, nem padrão de gravação, tamanho, etc (são conhecidos como *Raw Data*). A única consistência é que a posição absoluta (em bytes) do registro dentro do PDB seja indicada na sua entrada correspondente na *Record List*.

2.9 COMUNICAÇÃO ENTRE O PDA E O PC

A comunicação entre PDA e PC pode ser realizada através de vários métodos, como ligação direta de rede, protocolos *http*, através de programas (ou bibliotecas) no computador chamados ***Conduits***, entre outros. Através de *Conduits* pode-se gerenciar e sincronizar adequadamente informações disponíveis no banco de dados do PC e do PDA. A seguir, detalha-se a forma de comunicação PDA-PC através de *Conduits*.

2.9.1 CONDUIT

Os *conduits* são programas (ou bibliotecas DLL) para *Windows* ou *Mac* que são executados automaticamente ao se efetuar o sincronismo dos dados entre o PC/Mac e o Palm. São como se fossem plug-ins ou filtros, que convertem as informações entre os equipamentos *Palm* com o PC e vice-versa (PALMBRASIL, 2005).

Conduits são a porta de comunicação do *Palm OS* com o mundo exterior. São aplicações que rodam em uma máquina *desktop* (Windows, Mac, Linux), registradas no processo de Sincronização do Palm. Os *conduits* são instalados junto com os programas e, em geral, a configuração de cada *conduit* é efetuada pelo programa *HotSync Manager* (*Software* já incluso no *Palm OS*).

Quando se coloca o *Palm* na base (*Craddle*) e o botão de sincronização é pressionado, o *HotSync Manager*, ativo no *desktop*, inicia várias tarefas de troca de dados com o Palm: realiza o Backup dos Bancos de Dados do Palm para o *desktop*, instala novos Bancos de Dados e aplicações, faz a sincronização dos dados do *Address Book*, *Memo Pad*, entre outros. Além de fazer as sincronizações que já estão programadas em sua funcionalidade básica, ele executa outras aplicações de *Conduit*, desenvolvidas externamente e registradas no sistema de *HotSync*.

O processo de backup dos Bancos de Dados do *Palm* (PDB) e instalação de novos Bancos de Dados é o exemplo mais simples de sincronização. Quase todos os Bancos de Dados armazenados no *Palm* têm um *flag* indicando se ele faz parte do processo normal do *HotSync*, isto é, da próxima vez que for executada uma sincronização, o *HotSync* copiará este Banco de Dados para o PC, no diretório de backup da aplicação de *HotSync*.

2.10 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Para o desenvolvimento de sistemas computacionais, a escolha da linguagem e da plataforma de programação é uma das principais etapas. Entretanto, para cada tipo de equipamento (PC ou PDA) existe uma certa particularidade de ferramentas para construção de softwares. Uma outra forma particular de programação é a feita para o desenvolvimento de bases de dados no *Lotus Notes* (ferramenta de *Workflow*). Estas formas de programação serão detalhadas nos próximos capítulos.

2.10.1 PROGRAMAÇÃO PARA O PC

Para o desenvolvimento de softwares em PC, um dos pontos a ser observado é a utilização de ferramentas que facilitem e agilizem a programação. A seguir, é apresentada uma breve descrição das principais formas de programação em PC.

2.10.1.1 JAVA

A linguagem de programação Java é, atualmente, uma das mais difundidas entre as linguagens computacionais. Isto se deve ao fato dela suportar Multiplataformas, ou seja, um mesmo programa pode ser executado em vários Sistemas Operacionais sem que haja alteração de código. Esta característica Multiplataforma só é possível graças à instalação de uma *Virtual Machine* (VM – Máquina Virtual) no Sistema Operacional escolhido, que faz a

compilação do código e o traduz para um software com as características semelhantes às várias plataformas. Em outras palavras, é a VM que fica responsável pela tradução, interpretação e compilação do código fonte.

Com esta abrangência de possibilidades, vários Sistemas Operacionais já adotam o Java como uma ferramenta quase indispensável. Além dos Sistemas Operacionais mais conhecidos como o Windows e o Linux, o Java já está presente em aparelhos como celulares, PDAs, pagers, entre outros.

A programação em linguagem Java pode ser desenvolvida em diversas plataformas, sendo as mais comuns o *NetBeans*, *Eclipse*, entre outras.

2.10.1.2 BORLAND DELPHI

Delphi é um compilador e um IDE (*Integrated Development Enviroment* – Ambiente de Desenvolvimento Integrado) para o desenvolvimento de softwares. Ele é produzido pela *Borland Software Corporation* (antiga *Inprise*). A linguagem utilizada pelo *Delphi* é denominada *Object Pascal* (Pascal com extensões orientadas a objetos), que a partir da versão 2005 passou a se chamar *Delphi Language* (BORLAND, 2005).

O *Delphi* foi lançado em 1995 para a plataforma Microsoft Windows, foi o primeiro a ser descrito como ambiente RAD (em português, Desenvolvimento Rápido de Aplicações) (ABOUT, 2006). Originalmente, o *Delphi* foi direcionado apenas para a plataforma Microsoft Windows, mas atualmente desenvolve aplicações nativas para Linux com o *Kylix* (nome dado ao *Delphi* para Linux), e para o Microsoft .NET *framework* em suas versões mais recentes.

O *Delphi* é largamente utilizado no desenvolvimento de aplicações *desktop* e aplicações multicamadas (cliente/servidor), compatível com os banco de dados mais conhecidos no

mercado. Como uma ferramenta de desenvolvimento genérica, o *Delphi* pode ser utilizado para diversos tipos de desenvolvimento de projetos, abrangendo desde serviços a aplicações *Web*.

Tem como característica a facilidade de instalação de novos componentes para auxiliar a utilização de novas metodologias e tecnologias. Com estes componentes pode-se, por exemplo, criar aplicações para a transição de dados com outros equipamentos, como PDAs.

2.10.1.3 BORLAND C++ BUILDER

O *Borland C++ Builder* é um ambiente visual de desenvolvimento de aplicações orientado a objeto que permite desenvolver, de forma rápida e fácil, aplicações para Windows. Podem-se criar eficientes aplicações com o mínimo de codificação manual, assim, o usuário é capaz de desenvolver programas relativamente complexos em pouco tempo, usando conceitos de programação visual e a reutilização de códigos.

O software disponibiliza um ambiente de ferramentas RAD e um extenso suporte à programação orientada a objeto formado por duas bibliotecas de componentes reutilizáveis (VCL - *Visual Components Library* e CLX - *Components Library for Cross-Platform*), contendo os objetos que encapsulam as técnicas utilizadas para o desenvolvimento de aplicações (ALMEIDA, 2005).

O *Borland C++ Builder* é projetado para simplificar codificações e criar ambiente completo para Interface Gráfica com o Usuário (GUI - *Graphical User Interface*), banco de dados e até para desenvolvimento *Web* (BORLAND, 2006).

2.10.2 PROGRAMAÇÃO PARA PDA

Para o desenvolvimento de softwares em PDA, várias ferramentas e linguagens de programação podem ser utilizadas. As principais são apresentadas a seguir.

2.10.2.1 JAVA

A linguagem de programação Java em PDAs segue os mesmos conceitos aplicados aos demais Sistemas Operacionais, pois, como já explicado anteriormente, usa uma VM (para PDAs), fazendo a tradução, interpretação e compilação do software. Entretanto, esta programação tem certas restrições, visto que no PC, a gama de acessórios (e afins) é muito maior que em um PDA, fazendo com que muitas bibliotecas e funções não estejam incluídas na VM do PDA.

Apesar da utilização do Java em PDAs, sua programação atualmente em aparelhos móveis é voltada principalmente para os celulares devido a sua maior difusão, dificultando assim a programação para certos objetos, funções e procedimentos no PDA, que em outras linguagens (específicas) é facilitada. Como exemplo, o simples acionamento de um botão deve ser programado de forma quase manual, ao invés de já haver uma função que o faça.

Além dos problemas acima descritos, a utilização de uma VM acarreta em maior necessidade de processamento e memória, ou seja, seu desempenho diminui. Essa maior necessidade de processamento deve-se a sua compilação em tempo real, que é necessária para utilização do software em si, além de utilização maior de memória, pois juntamente com software desenvolvido deve-se instalar, também, a Máquina Virtual.

Uma das Máquinas Virtuais mais conhecidas e utilizadas para equipamentos móveis é a J2ME (*JavaTM Platform, Micro Edition*) que é uma versão simplificada do Java para ser utilizado em ambientes com memória e processamento restritos (SUN, 2006).

2.10.2.2 PALM OS DEVELOPER SUITE

Palm OS Developer Suite é um conjunto de aplicativos que engloba compilador, *debuggers*, simuladores, Kits de Desenvolvimento de Software (SDK), tudo integrado para o desenvolvimento de sistemas para *Palm OS*.

O *Palm OS Developer Suite* (PODS) é baseado na IDE Eclipse, licenciada pela IBM. O PODS utiliza como principal linguagem de programação o “C/C++” (TRINDADE, 2005).

Para o desenvolvimento da parte visual do programa, o PODS disponibiliza uma ferramenta chamada *Palm OS Resource Editor* que fica separada da plataforma principal, conforme apresentado na Figura 4. Com esta ferramenta pode-se criar formulários e telas de maneira facilitada, agilizando assim a programação.

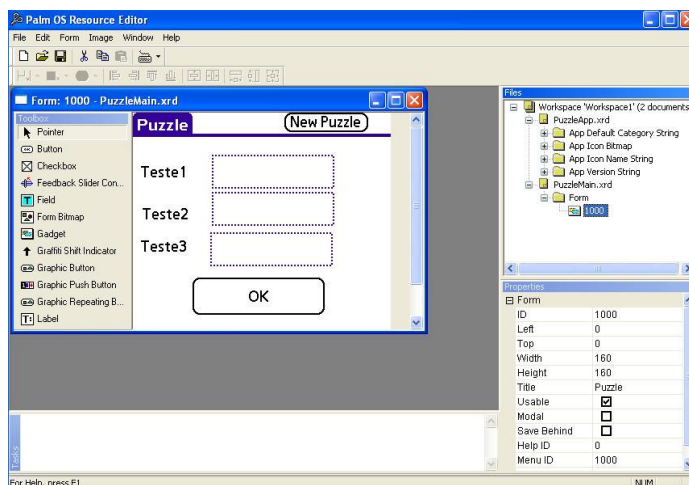


Figura 4 - Palm OS Resource Editor

Apesar de ser uma ferramenta livre e completa, ela é muito complicada de se utilizar, fazendo com que a produtividade de desenvolvimento seja baixa.

2.10.2.3 FALCH.NET

O Falch.net apesar de ter sido descontinuado como produto, continua à venda no site do desenvolvedor (FALCHNET, 2005). É considerada uma boa opção de se programar em C para *Palm OS* em um ambiente fácil de operar e barato.

Falch.net tem como uma de suas características, a criação de interface de maneira fácil e ágil. Porém certas dificuldades em programação de eventos com os Objetos (como Botões, Campo, entre outro) são observadas. Outras limitações são: programação de novas tecnologias (devido a sua descontinuidade), e sua aquisição (revendedores do produto somente em outros países).

2.10.2.4 WINSOFT POCKETSTUDIO 2

O *PocketStudio* (atualmente na versão 2.0) é uma das ferramentas de desenvolvimento Palm mais conceituadas e utilizadas no desenvolvimento de aplicativos para *Palm OS*. *PocketStudio* teve seu desenvolvimento iniciado em 1999 pela antiga *Pocket-Technologies*, empresa americana chefiada por Doug Olson, que queria criar uma ferramenta que pudesse ser acessível aos desenvolvedores Pascal e chamar a atenção da comunidade *Delphi* (ALEXANDRONI, 2003).

Ainda segundo ALEXANDRONI (2003), para desenvolver o compilador para a plataforma *Palm OS*, a *Pocket-Technologies* contratou uma empresa da República Eslovaca, a

WinSoft, conhecida por desenvolver ferramentas de apoio a desenvolvedores na plataforma Windows, que mais tarde, compraria os direitos do *PocketStudio*.

Possui uma IDE simples e completa, mas o grande diferencial do produto está em um poderoso compilador que gera aplicações nativas *Palm OS* com desempenho semelhante aos softwares gerados por compiladores C/C++ e sem a necessidade de *runtime* (Máquina Virtual) (IMASTERS, 2005). Tem acesso a toda a API do *Palm OS*, portanto, qualquer recurso que pode ser utilizado no *Palm* também é suportado pelo *PocketStudio*. Tem a possibilidade de criar interfaces através de técnicas *drag-and-drop* (arraste o componente e largue, visualizando como fica a interface do software – Figuras 5 e 6).



Figura 5 - Barra de Ferramentas do *PocketStudio*

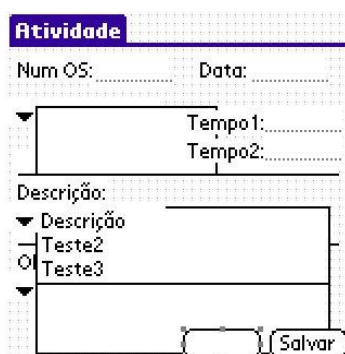


Figura 6 - Criação de Interface do *PocketStudio*

Além da linguagem Pascal, o ambiente de desenvolvimento também lembra muito o modo de trabalhar do *Delphi*, incluindo sua facilidade de edição das propriedades dos objetos e interação direta com seus eventos através do *Component Inspector* (Figura 7), praticamente idêntico ao "*Object Inspector*" do *Delphi* .

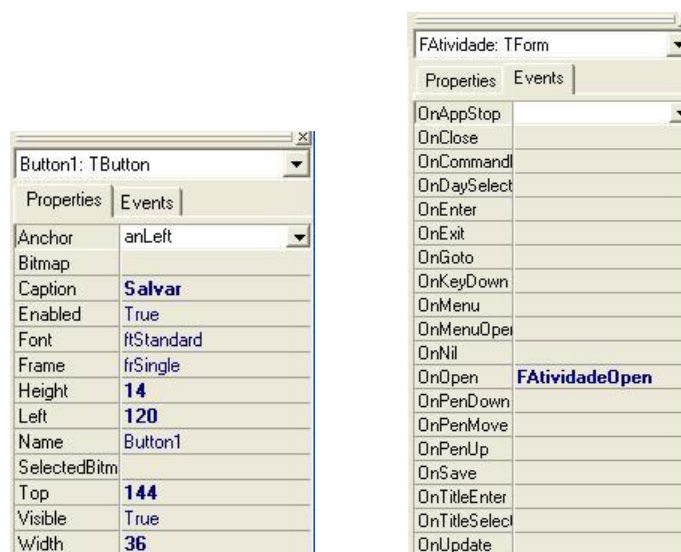


Figura 7 - Component Inspector para a Criação de Eventos e Edição dos Campos no PocketStudio

O *PocketStudio* atualmente é vendido em três versões, a *Standard Full*, a *Professional Full* e a *Enterprise*. A diferença entre as versões é que a *Enterprise*, apesar de ser completa e igual à versão *Professional*, pode ser instalada legalmente em qualquer número de máquinas na empresa, ter suporte preferencial pela *WinSoft*, atualizações gratuitas por dois anos e acesso a todas as versões beta e correções com prioridade. A versão *Standard* não permite utilizar biblioteca de terceiros e as aplicações não podem exceder 32KB de código executável (CLUBEPPDA, 2005).

Uma de suas facilidades é o manual de utilização que, disponibilizado junto com a compra do software, está escrito em português. Além disto, é fácil a aquisição de informações, tutoriais e dicas de programação.

2.10.3 PROGRAMAÇÃO PARA O SERVIDOR DO *LOTUS NOTES*

Como apresentado anteriormente, para a programação de bases de dados e projetos, o *Lotus Notes* utiliza uma ferramenta chamada de ***Domino Designer***. A seguir, será apresentada uma breve descrição desta ferramenta, incluindo suas funcionalidades.

2.10.3.1 ***DOMINO DESIGNER***

O Domino Designer é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) com ferramentas necessárias para a construção rápida e desenvolvimento seguro de aplicativos. É uma ferramenta de desenvolvimento tanto para o *Notes Client*, como para o ambiente *browser da Web*, permitindo que a mesma aplicação possa ser executada igualmente nos dois ambientes. Basicamente, a criação de aplicativos no *Domino Designer* divide-se em duas partes: a criação de formulários e a criação de visões.

O formulário é a interface com a qual o usuário interage, preenchendo os campos para o armazenamento dos dados. As visões podem ser definidas como o modo de visualizar as informações gravadas nos formulários. Para a programação, o Domino Designer é bastante flexível, permitindo construir aplicativos através de diversas linguagens de programação, como o LotusScript, Java, JavaScript e @Formulas (fórmulas padrões que o *Lotus Notes* utiliza em sua programação). Além de todas estas facilidades, o ambiente ainda tem como característica a criação dos chamados Agentes (códigos utilizados em vários formulários), rapidez na criação de Menus e páginas para apresentação dos Dados.

3. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O desenvolvimento do sistema de apoio ao gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares baseia-se na troca de informações entre o PDA, o PC do hospital e o Servidor de Banco de Dados. Para projetar o sistema de gerenciamento, foi necessário criar um modelo que atendesse a real necessidade do processo de gerenciamento: o controle organizado das informações.

3.1 MODELO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO

O modelo do sistema segue passos pré-definidos para armazenar, organizar, sincronizar e transferir informações entre os diversos dispositivos (PDA, PC e Servidor de Dados).

Inicialmente, devem ser cadastradas, no(s) PDA(s), informações sobre o parque tecnológico do EAS a ser gerenciado. Feito isto, pode-se iniciar a inserção (ou consulta) de dados gerenciais no PDA, que deve trocar informações com o computador localizado no hospital (Terminal do Hospital), passando seus novos dados e, caso necessário os atualizar. Após o sincronismo dos dados do aparelho móvel com o PC do hospital, torna-se necessária a atualização das informações do PC com o Servidor. Esta atualização é importante, pois é no servidor que ficam armazenados todos os dados. Após esta passagem de informações, o servidor disponibiliza os dados para que outros computadores (terminais remotos) possam acessá-los com a segurança. O acesso às informações no servidor é realizado através de *login* e senha, sendo que somente pessoas cadastradas conseguem visualizar tais dados. O detalhamento do sistema pode ser observado no diagrama apresentado pela Figura 8.

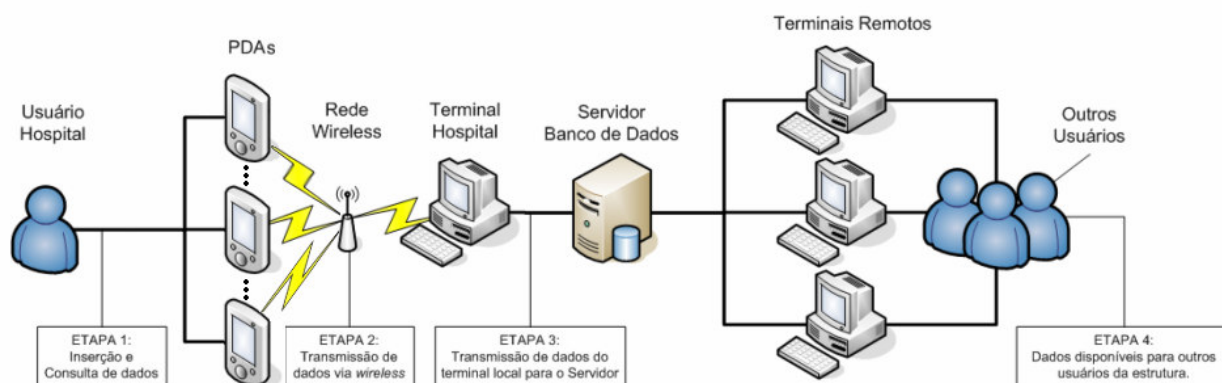


Figura 8 – Diagrama do Sistema Proposto para apoio ao gerenciamento de Equipamentos Eletromédicos para Engenharia Clínica

3.2 ESTUDO DE CASO E LEVANTAMENTO DOS DADOS

Para obter as informações necessárias no desenvolvimento do sistema de gerenciamento dos EEM, utilizou-se como estudo de caso, os dados que os Centros Locais de Engenharia Clínica (CELECs) do Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina utilizam para o controle dos EEM nos EAS.

Estes dados são armazenados em uma base desenvolvida no *Lotus Notes*. Nesta base, as informações são inseridas em formulários, sendo que cada formulário serve para uma aplicação específica.

O formulário **Ficha** é relacionado com os dados cadastrais dos equipamentos. Nestes dados, cada EEM recebe um código de três letras relacionado com o seu nome e, em seguida, um número de três dígitos ordenados de forma crescente. Como exemplo de código, o equipamento Aparelho de Anestesia recebeu, por definição do gerente de tecnologia, o indicador **ANE**, que ao ser cadastrado pela primeira vez no CELEC recebe seu respectivo número, ficando com o código final **ANE001**. O segundo Aparelho de Anestesia a ser cadastrado ficaria com o código de **ANE002**, e assim por diante. Com este código, pode-se

identificar de maneira simplificada cada equipamento, diminuindo a possibilidade de erros e conflito com o nome de outros equipamentos

Além do código, cada equipamento cadastrado recebe informações sobre sua localização no EAS, suas características técnicas e funcionais, seus custos, quais acessórios possui, seus insumos (materiais de consumo), entre outras. Com estes dados, a qualidade e o desempenho no gerenciamento dos equipamentos são maximizados, fazendo com que se garanta ainda mais a segurança tanto para os usuários (médicos, enfermeiras) quanto para os próprios pacientes.

Como apresentado, uma das funções de um Engenheiro Clínico é gerenciar e manter o controle das informações sobre o patrimônio relacionado com o seu local de trabalho (EAS). Para isto, o IEB-UFSC utiliza uma forma de manter suas informações sempre atualizadas, através de Ordem de Serviço (OS). Como explicado anteriormente, as OS são responsáveis pelo acompanhamento (histórico) das atividades, neste caso, relacionadas com os equipamentos ou possíveis atividades que os técnicos e engenheiros dos CELECs executam.

No IEB-UFSC, estas OS estão divididas em dois grupos principais, as de gerenciamento e as de equipamentos. As OS de gerenciamento levam em conta informações sobre planejamento, aquisição e incorporação de novas tecnologias, por exemplo, o estudo para viabilizar (ou não) a compra de um aparelho de Ressonância Magnética para um certo Hospital. Já as OS de equipamentos estão relacionadas com as falhas ou problemas que ocorrem nos equipamentos supervisionados pelos CELECs.

Para o desenvolvimento do sistema, utilizou-se como fonte de informações as OS de equipamento. Esta escolha deve-se ao fato de que as atividades em que tais OS são feitas, normalmente, necessitam de seu preenchimento em campo (no local onde o equipamento está) fazendo com que a utilização de um PDA se torne mais viável devido a sua mobilidade.

Ao se criar uma OS de equipamento, inicialmente deve-se preencher o número da OS, qual equipamento está relacionado, qual o setor do EAS (UTI, Centro Cirúrgico,..), qual a

atividade realizada, além da data e da hora. Um exemplo do formulário de Ordem de Serviço no *Lotus Notes* pode ser visualizado na Figura 9.

Figura 9 – Formulário de Ordem de Serviço no *Lotus Notes*

Cada OS de equipamento está ligada a uma ou mais atividades. Esta atividade indica o procedimento ao qual o equipamento foi submetido, por exemplo, uma troca de peça, uma limpeza ou simplesmente uma manutenção preventiva. Na Atividade, constam os dados do nome do técnico, a descrição da atividade, e o detalhamento da atividade, além da data e hora (Figura 10).

Figura 10 - Formulário de Atividade de OS no *Lotus Notes*

Com estes dados, pode-se obter informações valiosas para um bom gerenciamento dos recursos nos EAS. Como exemplo, pode-se verificar quantas vezes em um mês um certo equipamento sofreu manutenção, fazendo com que certas decisões sejam tomadas. Vamos supor que um certo equipamento sofre manutenção cerca de 3 vezes a cada mês, estes dados poderiam passar despercebidos caso não houvesse um controle das atividades, ou seja, um equipamento como este deve ser tratado ou substituído, pois poderia causar sérios danos a um paciente que necessite de suas funcionalidades em perfeito estado.

Estas (OS e Atividades) são as informações principais para o gerenciamento, porém outros dados são utilizados para facilitar o preenchimento das informações, que são a lista de técnicos, lista de setores dos EAS, e as frases padrões para os motivos das atividades e OS. Estes dados são cadastrados previamente e servem de apoio para realizar o preenchimento de campos nos formulários de maneira rápida e padronizada.

3.3 SISTEMAS PROPOSTOS

Após reunir as informações e dados necessários para o desenvolvimento do sistema, iniciou-se a fase de implementação do software. O objetivo do sistema é, utilizando o PDA (*Personal Digital Assistant*) como uma ferramenta de TI, armazenar e transferir informações gerenciais sobre os equipamentos médicos, via *wireless*. Durante a fase de desenvolvimento, dois sistemas foram propostos para a implementação, como apresentados a seguir.

3.3.1 PRIMEIRO SISTEMA

Para o primeiro sistema, pensou-se em desenvolver uma aplicação para o PDA utilizando a própria ferramenta *Lotus Notes* para realizar o gerenciamento. Com a plataforma

Notes, através do *Domino Designer*, pode-se projetar bases de dados e aplicativos direcionados para equipamentos móveis, ou seja, através de PDAs pode-se interagir “diretamente” com as bases de dados do *Lotus Notes*.

Esta interação pôde ser realizada acessando os dados por um *Browser* de Internet no próprio PDA. Assim, poderia-se acessar as informações sobre os equipamentos remotamente e os atualizar, caso necessário. Testes de atualização dos dados no servidor foram realizados com sucesso através de simuladores de PDA. Ou seja, em um simulador de um PDA instalado no computador, fez-se os testes para a conexão direta com os dados do servidor.

Um ponto positivo neste sistema é que os dados cadastrados já eram atualizados automaticamente no servidor, ou seja, ao término do preenchimento dos campos, e sua confirmação, os dados do servidor já estavam atualizados e com a possibilidade de visualização por outras pessoas em diferentes locais. Outro ponto positivo é a independência do Sistema Operacional utilizado, visto que o programa era aberto pelo *Browser*.

Porém, o que inviabilizou este primeiro sistema foi sua obrigatoriedade de comunicação *Wi-Fi*, ou rede, para o preenchimento dos dados. Caso o usuário se localizasse fora do alcance da conexão de Rede, este não poderia realizar seu trabalho. Outros aspectos, como a não utilização de um banco de dados fixo no aparelho, contribuíram para desconsiderar o desenvolvimento deste sistema. Neste caso, se acabasse a bateria do PDA todas as informações de preenchimento ainda não atualizadas seriam perdidas.

Como seriam poucos os locais onde este sistema poderia ser utilizado, visto que, hospitais e clínicas que possuem este tipo de tecnologia *Wi-Fi* são raros, elaborou-se uma segunda proposta de sistema.

3.3.2 SEGUNDO SISTEMA

O segundo sistema propõe a utilização de um software localizado no PDA, isto é, a criação de um aplicativo que seja executado no próprio aparelho. Para isto, a escolha de um sistema operacional tornou-se necessária, incluindo um banco de dados nativo e qual linguagem de programação utilizar. Estas etapas estão descritas e apresentadas a seguir.

3.3.2.1 ESCOLHA DO SISTEMA OPERACIONAL DO PDA

Para a escolha do sistema operacional, tomou-se como base vários fatores, sendo os principais: equipamentos disponíveis no mercado, facilidade de aquisição e liberdade de programação nas diversas plataformas de desenvolvimento, facilidade de comunicação com outros equipamentos e sua forma de armazenamento de dados.

Tendo em vista uma maior liberdade no desenvolvimento em PDAs que utilizam o Sistema Operacional *Palm OS*, este teve o enfoque principal sobre o sistema e na descrição de suas ferramentas de desenvolvimento.

3.3.2.2 ESCOLHA DO APARELHO (PDA)

Para se obter um bom resultado para o desenvolvimento do Sistema de Gerenciamento de Equipamentos Eletromédicos, a escolha do PDA se torna uma das principais etapas.

Dentre os principais PDAs disponíveis no mercado e já apresentados, o *Tungsten E2* e o *Zire 72* tem como característica a possibilidade de serem equipados com um cartão *Wi-Fi* para fazer a conexão sem fio a distâncias maiores. Porém, o alto custo deste acessório inviabiliza sua aquisição.

O *Axim TM X50* é um ótimo aparelho e de custo razoável, porém seu Sistema Operacional *Microsoft Windows Mobile* restringiu a programação, que foi voltada para *Palm OS*. Este PDA foi inicialmente estudado para a utilização no sistema desenvolvido em *Lotus Notes* (primeiro sistema), o qual independia do Sistema Operacional.

O *SPT 1800* possui um grande diferencial, que é o um leitor de código de Barras incluso no aparelho. Este poderia ser agregado ao sistema para identificação dos EEM, porém sua baixa velocidade e capacidade de memória aliada ao seu alto custo fizeram com que este aparelho fosse descartado do projeto.

Para a escolha do Equipamento (PDA), diversas características foram verificadas, dentre elas o preço, a velocidade de processamento, a quantidade de memória e sua robustez. Ao analisar estes dados verificou-se que o *Palm LifeDrive* foi o que melhor se enquadrou dentre os requisitos, incluído sua alta velocidade de processamento, sua capacidade de armazenamento, seu custo razoável, sua robustez e segurança aliados a sua conexão *Wi-Fi* integrada com o aparelho.

3.3.2.3 ESCOLHA DOS BANCOS DE DADOS

Como apresentado anteriormente, três tipos de banco de dados foram estudados: o banco de dados não-relacional, através da ferramenta *Lotus Notes*, utilizado para armazenar as informações dos EEM e suas respectivas OS e Atividades no estudo de caso; o banco de dados

relacional (que servirá como apoio à transferência PDA-PC - e vice-versa); e o banco de dados do *Palm OS*.

Atualmente, todas as informações estão armazenadas no *Lotus Notes*. Esta ferramenta foi tomada como base para a obtenção das principais informações e dados. Através destas informações, pôde-se projetar o banco de dados relacional, incluindo a criação de suas tabelas, justificando assim, quais os campos necessários e seus dados iniciais.

Como banco de dados relacional, selecionou-se o *Microsoft Access* para o desenvolvimento do sistema. Esta escolha deveu-se, inicialmente, à facilidade de verificação dos dados inseridos em suas tabelas, pois grande parte dos computadores a serem trabalhados já possuem o *Microsoft Office* instalado (juntamente com o *Access*). Deve-se esclarecer que o tipo de banco de dados relacional utilizado não fica restrito somente ao *Microsoft Access*. Isto é, o usuário pode utilizar outro banco de dados relacional, pois durante o desenvolvimento do sistema, houve a preocupação com a possibilidade de mudança de banco de dados.

Esta liberdade deve-se a ligação do sistema ao banco de dados através da ferramenta ODBC (*Open DataBase Connectivity* ou conectividade aberta de banco de dados). A ODBC permite acessar dados de uma variedade de sistemas de gerenciamento de banco de dados. Por exemplo, em um programa que acessa dados em um banco *MySQL*, a ODBC permitirá a utilização do mesmo programa para acessar um banco de dados do *Paradox*, desde que suas tabelas e campos sejam iguais. Para isso, deve-se apenas adicionar ao seu sistema, os *drivers* do banco de dados que você deseja (MICROSOFT, 2006).

Neste trabalho, a liberdade de mudança de dados pode ser efetuada para outro banco de dados, por exemplo, o *MySQL*, bastando apenas ter o mesmo *Nome Indicador* na ODBC. O *Nome Indicador* é forma de chamada no programa ao se relacionar com o gerenciamento dos dados de um Banco de Dados. A ODBC pode ser configurado no SO *Microsoft Windows* através das **Ferramentas Administrativas de Dados** localizada no **Painel de Controle**.

Além da preocupação da escolha do banco de dados, foi também observada a possível migração dos dados para outro banco. Quando se deseja mudar o banco de dados, é necessário transferir os dados de um banco para outro. Esta transferência pode ser realizada utilizando ferramentas de migração de dados, como por exemplo, o software *Datapump* (disponível juntamente com o *Delphi 6*). Esta ferramenta realiza a transferência dos dados, campos e nomes de tabelas de maneira fácil e rápida, bastando selecionar o banco de dados atual e, em seguida, qual o novo Banco de Dados desejado.

Em relação à escolha do armazenamento dos dados no *Palm*, foi utilizado seu banco de dados nativo, o PDB (explicado anteriormente). Para a criação de seus campos e o tamanho dos dados, tomou-se como base o banco de dados relacional utilizado no sistema.

3.3.2.4 ESCOLHA DA FORMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

A forma de comunicação sem fio escolhida foi a *Wi-Fi*. Esta escolha deve-se a possibilidade de atualização dos dados a grandes distâncias (Capítulo 2.6.1), ou seja, o engenheiro ou técnicos responsável pela OS não necessariamente precisa estar do lado do computador para fazer a sincronização dos dados.

Com o *Wi-Fi*, tem-se ainda, a possibilidade de instalação de antenas espalhadas pelo EAS, sendo assim possível obter um alcance ainda maior de comunicação. A forma de comunicação e sincronização entre o PDA e o PC não fica restrita somente ao *Wi-Fi*. Outras formas de comunicação podem ser utilizadas, como infravermelho, *Bluetooth* ou USB (*Universal Serial Bus*), bastando apenas configurar o sincronizador do PDA (*HotSync*) com um destes tipos.

3.3.2.5 ESCOLHA DAS FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO DO PDA, PC E SERVIDOR

A escolha da ferramenta de programação a ser utilizada para a criação de softwares para *Palm OS* depende muito do objetivo do sistema a ser escolhido. Dentre as plataformas de programação, a que mais se enquadrava para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento foi o *PocketStudio* devido as suas qualidades e facilidades para a criação de interfaces e banco de dados (Capítulo 2.10.1.4). Uma tabela comparativa entre as diversas plataformas pode ser observada a seguir.

Tabela 3 - Comparativo entre diversas plataformas de programação de PDAs (ALEXANDRONI, 2004)

Plataforma	Custo (US\$)	Máquina Virtual	Atualizações (Software)	Flexibilidade	Curva de Aprendizado
PODS	Livre	Não	★ ★ ★ ★	Alta	Baixa
PocketStudio	69/249	Não	★ ★ ★ ★	Alta	Alta
Falch.net	229	Não	★	Baixa	Alta
Java	Livre	300K +	★ ★ ★ ★	Baixa	Alta

Durante o desenvolvimento do software para o Palm, os testes de compilação e simulação do sistema, foram executados com o software *Palm OS Emulator*, que é um programa que emula em tempo real o sistema Operacional *Palm OS* no próprio PC. Um exemplo da utilização do *Palm OS Emulator* pode ser observado na Figura 11.



Figura 11 – Interface *Palm OS Emulator* executando o aplicativo desenvolvido

A ferramenta utilizada para o desenvolvimento do *Conduit* (no PC) foi o *Delphi 6*. A utilização desta plataforma deve-se, além da sua facilidade de programação, à possibilidade de instalação de componentes para comunicação com *Palm*, fazendo com que a transferência dos dados do PDA para o PC e vice-versa seja feita de maneira ágil.

O desenvolvimento e comunicação com o servidor de banco de dados (*Lotus Notes*) foi realizada com a própria ferramenta do *Lotus Notes*, chamada *Domino Designer*, abordada no capítulo 2.10.3.1.

3.4 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

A implementação do sistema engloba o desenvolvimento de três módulos de software. O software desenvolvido no PDA para fazer o gerenciamento das informações do EEM, em seguida a construção do *Conduit* para a comunicação dos bancos de dados do PDA e do PC e

por último, a comunicação e transferência do banco de dados relacional localizado no PC para o banco de dados do *Lotus Notes* (e vice versa).

3.4.1 PROGRAMA NO PDA

Para o desenvolvimento do programa no PDA, foram mantidas as principais informações que os técnicos e engenheiros utilizam para o preenchimento das OS. Estas informações podem ser definidas como a parte visual do preenchimento das fichas e seus respectivos dados.

O acesso ao programa no PDA é efetuado ao clicar no ícone **IEB-UFSC (OS IEB)**, que fica localizado na área de trabalho do *Palm* (Figura 12).



Figura 12 - Acesso ao software no PDA através do ícone IEB-UFSC

Inicialmente foi criada uma tela de apresentação onde o usuário deve escolher entre as principais funções da OS. Nesta tela são apresentadas as opções de **Nova OS**, **Lista de OS**, **Técnicos**, **Equipamentos** e **Setores** (Figura 13).



A interface de usuário principal do sistema, intitulada "IEB UFSC - Ordens de Serviço". Ela apresenta um menu centralizado com sete opções de navegação, cada uma em um botão retangular com bordas arredondadas. As opções são: "Nova OS", "Lista de OS", "Técnicos", "Equipamentos", "Setores", e "Sair".

Figura 13 - Tela Principal do Sistema Desenvolvido

Ao selecionar a opção de **Nova OS**, o usuário será encaminhado para uma nova tela (Figura 14). Nesta, o usuário deve preencher as principais informações de cadastro de uma nova Ordem de Serviço. Alguns dados são preenchidos automaticamente com a possibilidade de edição, como a data, a hora.

Ao selecionar o equipamento, o preenchimento dos Acessórios é automático, com a possibilidade de edição. A edição do campo acessório é utilizada em alguns momentos em que o equipamento deve ser retirado de seu local (no EAS) e não há a necessidade de levar consigo todos os seus acessórios.



A interface de cadastro de uma nova Ordem de Serviço, intitulada "Ordem de Serviço". O formulário contém campos para "Data:", "Hora:", e "Setor:" (com uma seta para baixo). Abaixo, há um campo "Motivo:" com uma seta para baixo e uma área de texto para o motivo. Seguem os campos "Equip:" (com uma seta para baixo) e "Acessórios:", com uma área de texto para os acessórios. No final, há dois botões: "Salvar" e "Sair".

Figura 14 - Tela da Ordem de Serviço do Software no Palm

Ao término do preenchimento, o usuário deve salvar a OS, fazendo com que automaticamente as informações sejam armazenadas no banco de dados do *Palm*. Após a OS ser salva, aparecerá um botão intitulado de **Ativ. Tec**, que será mais bem detalhado ainda neste capítulo. Caso deseje voltar para a tela principal, basta clicar no botão **Sair**.

Voltando a tela principal, a segunda opção é o Botão intitulado **Lista de OS**. Ao clicar neste botão será aberto um novo formulário que listará todas as OS cadastradas no Banco de Dados do *Palm* (Figura 15).



Lista de Ordens de Serviço		
2 Apr 2006	1:43 am	ERN029
30 Mar 2006	11:42 am	CDV003
23 Mar 2006	1:41 am	RXF001
20 Mar 2006	8:11 am	ANE003
17 Mar 2006	8:40 am	AMG002

Nova OS Sair

Figura 15 – Apresentação da Lista de Ordens de Serviço na tela do PDA

As opções deste formulário são a de **Sair** (retorna ao menu Principal), a de **Nova OS** (redireciona para o formulário de criação de nova Ordem de Serviço), e, por fim, a seleção de alguma das opções da tabela de **Lista de Ordens de Serviço**. Ao selecionarmos (clicarmos) em uma das opções da tabela, todas as informações referentes a OS serão mostradas em um formulário. Um exemplo pode ser observado na Figura 16.

Ordem de Serviço

Data: 17 Jan 2006

Hora: 4:40 am Setor: ▼ CC

Motivo:
▼ Recolhimento do equipamento.

Equip: ▼ ANB001

Acessórios:
Nobreak, Sistema de filtragem de água

Ativ. Tec Salvar Sair

Figura 16 – Exemplo de Ordem de Serviço na tela do PDA

Caso seja necessário fazer alguma alteração, basta preencher o campo em que se deseja alterar com um novo valor e clicar em **Salvar**.

O Botão de **Ativ. Tec**, quando selecionado, abre um formulário onde são apresentadas em uma tabela todas as atividades relacionadas com a OS em questão, como mostra a Figura 17.

Lista de Atividades

9 Mar 2006	2:47 pm	
9 Mar 2006	1:47 am	
16 Mar 2006	9:46 am	
7 Mar 2006	8:46 am	

Nova Atividade Sair

Figura 17 – Apresentação da Lista de Atividades na tela do PDA

Ao clicar no botão **Sair**, o usuário retornará a tela das informações da OS. Pode-se acessar as Atividades já criadas, clicando sobre a linha correspondente na tabela **Lista de Atividades** ou criar uma nova Atividade clicando no botão **Nova Atividade**.

Os dados são apresentados na tela do *Palm* contendo as principais informações das atividades de uma OS (Figura 18). O usuário deverá preencher os campos e, em seguida, clicar em **Salvar** para que as informações sejam armazenadas no banco de dados do *Palm*. O botão **Sair** retorna a tela de Lista de Atividades.

The screenshot shows a PDA screen with a form titled "Atividade". The form contains the following fields and values:

Atividade	
Data:	7 Mar 2006
Início:	8:46 am
Técnico:	Fim: 9:56 am
▼ Douglas	
Desc ▼ Acompanhamento Técnico	
Obs ▼ Ensaio	
Detalhamento:	
▼ Acompanhamento do LAT no ensaio do equipamento.	
[Salvar] [Sair]	

Figura 18 – Exemplo de Atividade de uma OS na tela do PDA

Voltando a tela Principal existem ainda as opções dos Botões **Técnicos**, **Equipamentos** e **Setores**. O botão Técnico lista as informações armazenadas no banco de dados, referentes aos nomes dos técnicos e suas respectivas funções (Figura 19).



Figura 19 – Apresentação da Lista de Técnicos na tela do PDA

O botão **Equipamentos** lista os códigos dos equipamentos cadastrados e seus acessórios (Figura 20).



Figura 20 – Apresentação da Lista de Equipamentos na tela do PDA

Na listagem dos equipamentos, se o usuário clicar em cima de algum equipamento, será encaminhado para um novo formulário onde é apresentado o código do equipamento, seu nome e seus acessórios cadastrados. Um exemplo pode ser visualizado na Figura 21.

Equipamento

Código: ANE005

Nome do Equipamento:
Aparelho de Anestesia

Acessórios:
Monitor, CPU, Módulo Andrus,
Parameter Box

Sair

Figura 21 – Detalhamento do Equipamento ANE005 na tela do PDA

O botão **Setores** lista as siglas utilizadas para referenciar os setores dos hospitais cadastrados pelos CELEC (Figura 22).

Setores do Hospital	
CC	Centro Cirúrgico
CCF	Clínica Cirúrgica Feminina
CCM	Clínica Cirúrgica Masculina
CE	Centro Estudos
CMMF	Clínica Médica Masculina
DIR	Direção
EMG	Emergência
END	Endoscopia
FAR	Farmácia
GE	Gerência de Enfermagem
IEB	Instituto de Engenharia Bio...

Sair

Figura 22 – Apresentação da Lista de Setores de Hospitais na tela do PDA

3.4.2 CONDUIT DESENVOLVIDO

Para o desenvolvimento do *Conduit*, utilizou-se o componente chamado *Delphi Palm Conduit Library*. Este componente cria bibliotecas (dll – *dynamically linked library*) para

simplificar o desenvolvimento de *Conduits* usando a plataforma *Delphi* (versões 4 a 7). Com este componente, aliado ao *Delphi*, pôde-se criar uma biblioteca para a manipulação das tabelas no *Palm* e comunicá-la com o banco de dados que está no PC. O *Conduit* então criado, é instalado como uma atividade do *HotSync* (sincronizador com *Palm*) fazendo com que toda vez ele que seja executado, o *Palm* sincronize os dados do sistema de gerenciamento com o PC.

Para o sincronismo dos dados, foram criados no *Delphi*, objetos (*links*) referentes às tabelas contidas no *Palm* e suas respectivas tabelas contidas no PC. Após a criação dos objetos, foram feitas as regras de transferência de um banco de dados para outro, para realizar o controle do fluxo de informações e evitar redundância de dados.

3.4.2.1 REGRAS DE TRANSFERÊNCIA PDA-PC

Como apresentado anteriormente, os dados das Ordens de Serviço são constituídos por data, hora, número da OS, setor, motivo, equipamento e acessórios, e os dados das atividades por data, hora inicial, hora final, número da OS, técnico, descrição e detalhamento. Como não há o conceito de chaves no *Palm Database*, foi criado um campo chamado de **idOS** (juntamente com uma rotina para autoincrementar) que foi utilizado como identificador padrão para a Base de OS e foram usadas regras de gravação para a não duplicidade dos dados. Já na Atividade, onde o **idOS** pode se repetir em mais de um registro (uma OS pode ter várias atividades), foi criado um campo extra chamado **NumAtiv**. Sendo assim, cada Atividade possui um número específico, utilizado para evitar redundância de dados.

Além destes dados, foi criado, tanto nas OS quanto nas Atividades, um campo chamado **Flag**. Este campo serve para informar se os dados de uma certa OS ou atividade foram

atualizados com o PC ou não. Cada vez que uma OS é criada ou alterada no PDA, o campo **Flag** recebe valor 1 (um). Ao sincronizar os dados com o PC o **Flag** do PDA recebe o valor 0 (zero) indicando que os dados já foram transferidos de maneira correta. Com este sincronismo o **Flag** do PC é setado, informando que há uma nova OS ou que uma OS já existente sofreu alteração, para em seguida sincronizar com os dados do *Lotus Notes*.

O campo **Flag** do PC pode ainda ter valor igual a 2. Este valor indica que OS já foi fechada (no *Lotus Notes*) e não será mais atualizada. Sendo assim, ao se realizar o sincronismo, são verificadas as OS que possuem **Flag** com valor igual a 2 e suas respectivas OS e atividades no PDA são apagadas, fazendo com que somente informações realmente utilizadas fiquem armazenadas no PDA. Isto é feito para evitar o acúmulo de informações desnecessárias no PDA, que possui uma certa limitação de espaço de dados.

Além das Atividades e OS, dados sobre os técnicos, equipamentos, setores do Hospital e as demais informações contidas nas tabelas do PC são sincronizadas com o PDA. Por exemplo, os usuários criam frases padrões para facilitar e agilizar o preenchimento dos dados (para não terem que digitar todas as informações), estas frases são armazenadas em um banco de dados e transferidas do PC para o PDA no sincronismo. Juntamente com estas frases padrões, os demais dados, como lista de técnicos, lista de equipamentos e acessórios, lista de setores, a numeração da ordem de serviço e a lista de motivos são atualizados no PDA.

A Figura 23 apresenta as tabelas e campos utilizados pelo Banco de Dados do PDA. Como pode ser observado, há um relacionamento de um para vários (Capítulo 2.8.2.1) da tabela OS com a tabela Atividade. Isto significa que uma OS pode conter várias atividades (inclusive nenhuma). As outras tabelas são utilizadas para o controle de informações e para o preenchimento dos campos das OS e Atividades.

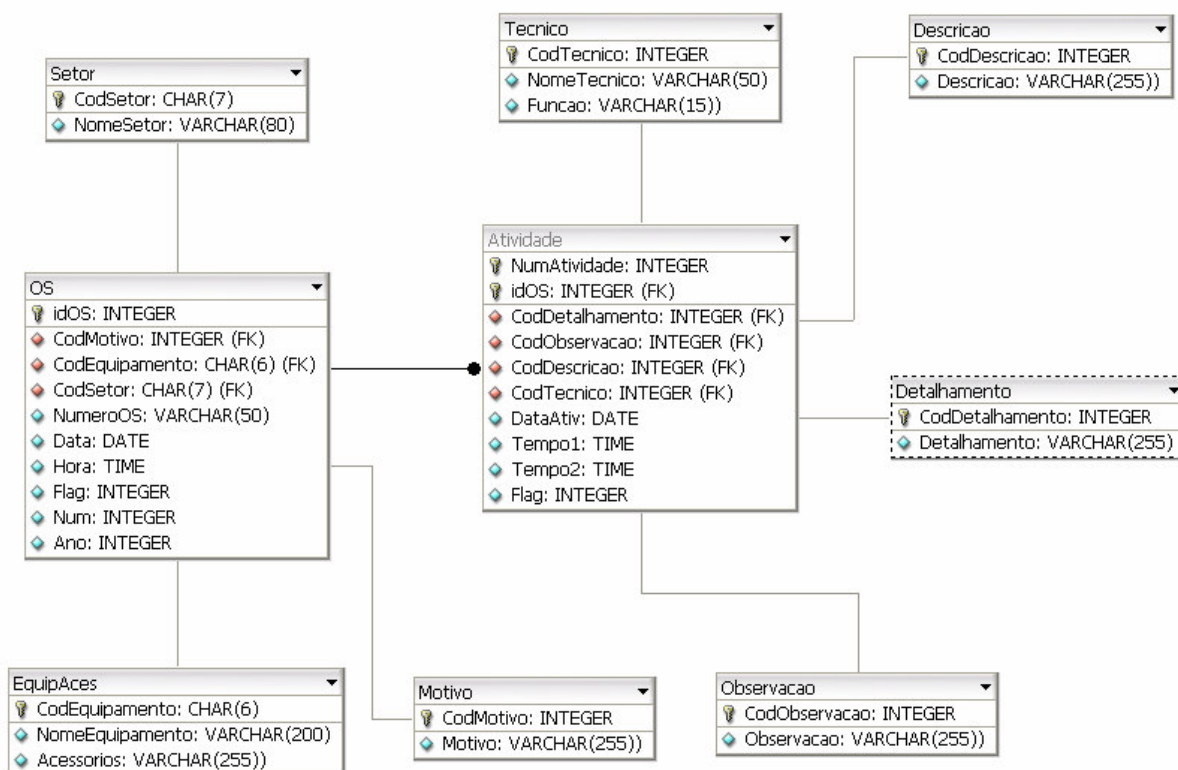


Figura 23 – Modelagem de dados do Sistema. Relacionamento de 1 para vários entre as tabelas de OS e Atividades, e as demais tabelas utilizadas para o preenchimento das informações nas OS e Atividades.

3.4.3 TRANSFERÊNCIA LOTUS NOTES-PC

Para fazer a transferência dos dados disponíveis no *Lotus Notes* para o PC, foi utilizada a criação de vários *Agentes* através da ferramenta de programação *Domino Designer*. Com estes agentes, pode-se deixar os códigos de transferência mais limpos e organizados.

A transferência de dados entre *Lotus Notes* e o banco de dados do PC foi realizada através da utilização do conceito de ODBC. Para isto, foi necessário criar uma fonte de dados (ODBC) através das *Ferramentas Administrativas*, localizadas no *Painel de Controle* do *Windows* (Figura 24). Esta fonte de dados foi intitulada de **DBOS** e ligada ao banco de dados criado no *Microsoft Access* (Banco utilizado no Caso de Estudo).

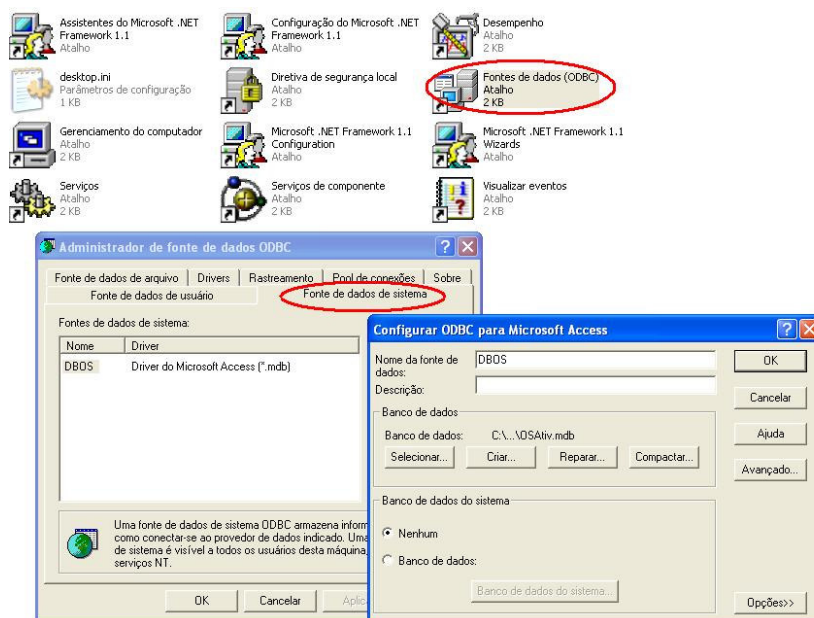


Figura 24 – Exemplo de configuração do ODBC no Painel de Controle do Windows XP

Terminada a criação da Fonte de Dados ODBC, iniciou-se a transferência das listas de preenchimento do *Lotus Notes* para o PC. Para isto, foi realizada a programação para a passagem das informações de preenchimento, sendo elas, a lista de equipamentos e acessórios, a lista dos usuários, lista dos setores, lista de descrição e motivos e o número da última OS cadastrada. O número da última OS é utilizado para o preenchimento automático do campo **Num OS** no PDA, que deve receber a numeração atual das OS do Servidor. Após o término da passagem das listas de preenchimento, iniciou-se a programação para a transferência das Ordens de Serviços e suas respectivas Atividades.

Para fazer esta transferência, utilizou-se nos *Agentes*, o conceito de SQL (*Structured Query Language*), que é uma linguagem de pesquisa declarativa para bancos de dados relacionais. É através da SQL, neste caso, que o banco de dados do *Microsoft Access* é acessado. Como a quantidade de informações presentes nas listas de preenchimento é pequena, optou-se pelo método da substituição de suas estruturas, ou seja, todas as informações das listas presentes no PC são reescritas. Esta ação é feita através do comando

DELETE do SQL, no qual se seleciona a tabela desejada e apagam-se os dados. Após a lista estar vazia, os dados atualizados são passados para o *Access*, um a um, através de *Agentes* que percorrem as listas de documentos do banco do *Lotus Notes* e os inserem no *Access* através do comando INSERT do SQL.

Feito o preenchimento das listas, parte-se para a transferência das Ordens de Serviço e suas Atividades. Como explicado anteriormente, as OS e as Atividades quando são criadas ou alteradas recebem o valor 1 (um) no campo **Flag**. Assim, ao executar o Agente de transferência das OS e Atividades, este fará uma busca no Banco de dados Access (tabelas OS e Atividades) e verificará quais os campos possuem o campo **Flag** em 1. Esta busca é feita através do comando SELECT do SQL.

Após selecionar, nas duas tabelas (OS e Atividades), os dados que possuem o campo **Flag** igual a 1, o Agente percorre linha por linha desta seleção. Ao percorrer cada linha, é verificado se a OS ou a Atividade já existem. Caso existam, os campos dos respectivos documentos (OS e Atividades) no *Lotus Notes* são substituídos pelas alterações da seleção. Caso se verifique que não existam as OS e Atividades, novos documentos são criados e preenchidos com os respectivos dados. Após a substituição ou a inserção do novo documento, utiliza-se o comando UPDATE do SQL para alterar o campo “Flag” para 0 (zero). O campo zero indica que a tabela já foi analisada pelo *Agente*, evitando assim que sejam acessados dados sem alterações.

Toda OS no *Notes* possui um campo intitulado de *Status*. Este campo indica se a OS está Pendente (ainda há a possibilidade de edição e acréscimo de novas atividades) ou a OS está fechada. O fechamento da OS é feito diretamente no documento localizado no Lotus Notes, indicando que todas as atividades já foram realizadas e um parecer final já foi dado.

Ao fazer o sincronismo das bases, se for verificado que a OS está fechada, o *Agente* altera o valor do **Flag**, da respectiva OS, para 2 (dois) no *Microsoft Access*. Ao fazer esta

alteração, é realizada uma seleção das Atividades relacionadas a OS, e é alterado o campo **Flag** para 2 na tabela Atividade.

Ao contrário do banco de dado do *Palm*, os dados das Ordens de Serviços e Atividades no PC não são apagadas. Isto é feito para manter um controle das atividades realizadas no *Palm*. Além disso, estas informações podem ser utilizadas para uma futura mudança de banco de dados.

4. TESTES E RESULTADOS

A realização dos testes do sistema desenvolvido baseou-se nos dados em que CELECs, localizado em hospitais de Florianópolis (Santa Catarina), utilizam para o controle de seus Equipamentos Eletromédicos.

Foi feito um treinamento com os engenheiros e técnicos para a execução dos testes. Disponibilizou-se um PDA para um técnico/engenheiro que realizou o preenchimento dos dados e acompanhamento dos EEM, a partir dos passos descritos a seguir.

O PDA precisa receber as informações já presentes no CELEC, como sua listagem de equipamentos, engenheiros e técnicos presentes, lista de setores do Hospital e as frases padrões que são utilizadas para o preenchimento rápido dos dados. Ao se clicar no botão **Transfere Dados p/ PDA** (Figura 25), localizado na base de dados de equipamentos do CELEC (no *Lotus Notes*), as informações iniciais são armazenadas no banco de dados relacional, e ficam aguardando o sincronismo entre o PDA e o PC. Este botão utiliza as regras de transferência das listas de preenchimento entre o *Lotus Notes* e o PC. Estes dados devem ser passados toda a vez em que houver mudanças de informações de preenchimento como a lista de pessoal ou frases padrões, por exemplo.



Figura 25 - Botão Transfere Dados p/ PDA

Após clicar no botão **Tranfere Dados p/ PDA**, deve-se sincronizar o PDA com o PC através da ferramenta *HotSync*. Com isto, é efetuada a transferência das informações das listas de preenchimento das OS e das Atividades para o PDA.

Com as informações já presentes no PDA, pode-se iniciar a criação das Ordens de Serviço e suas Atividades. Testes com dados sobre manutenção, controle e vistorias de equipamentos foram realizados no PDA. Estes dados foram obtidos da seguinte forma: o setor do hospital, por exemplo a UTI, entra em contato com o CELEC localizado dentro do próprio hospital e afirma que existe um problema em certo equipamento. Após este chamado, o engenheiro ou o técnico responsável se encaminha ao local do pedido e verifica o problema em questão. Visto o problema, o responsável cria uma Ordem de Serviço através do PDA, indicando a data, a hora, a numeração da OS, o setor em questão, o motivo, o equipamento e seus acessórios, caso possua (Figura 26).



Figura 26 - Exemplo de preenchimento de uma Ordem de Serviço no PDA

Feita a OS, o responsável então cria as atividades realizadas com o equipamento. Nestas atividades são preenchidos o nome do responsável pela atividade, a data, a hora que se iniciou e a hora final da atividade, uma breve descrição e um detalhamento (Figura 27). Caso mais algum procedimento seja realizado com o equipamento, o preenchimento de outra atividade se faz necessário.



Figura 27 - Exemplo de preenchimento de uma Atividade de OS no PDA

Ao término do preenchimento das OS e Atividades, o usuário pode se dirigir a outras localidades do hospital e criar novas Ordens de Serviço e novas Atividades, podendo assim atender vários setores sem a necessidade de retornar ao CELEC para a passagem dos dados.

Chegado ao raio de atuação do *Wi-Fi* (ou conectado ao PC por outros meios), o PDA pode ser sincronizado com o PC, para a realizar a transferência das novas informações. Com isto, os dados cadastrados no PDA são passados e atualizados para o PC.

Durante os testes de sincronismo *Wi-Fi* no EAS ocorreram certas limitações. Isto se deve aos locais de teste não possuírem comunicação *Wi-Fi*, sendo utilizado, em caráter funcional, somente o sincronismo via cabo USB. Porém, para a confirmação da transferência *Wi-Fi*, foram realizados experimentos em um *Notebook* que possuía o padrão 802.11g (compatível com o 802.11b do PDA) como uma das formas de comunicação. Esta transferência foi realizada com sucesso e verificada sua consistência.

Feita esta passagem de dados para o PC, a atualização dos dados com o servidor torna-se necessária. Para isto foi desenvolvido um *Agente* na base dos Equipamentos do Hospital em questão. Este *Agente* é executado quando o botão **Transfere OS do PDA** (localizado na visão **Tranf OS Palm** dentro do subconjunto **Palm**) é clicado, atualizando o servidor de dados do *Lotus Notes* com as novas informações (Figura 28).



Figura 28 - Botão Transfere OS PDA na base de Equipamentos no *Lotus Notes*

A atualização dos dados no servidor, foi verificada em computadores, localizados fora do hospital, que acessaram os dados transferidos, certificando assim, a consistência da execução do software e a validação dos testes.

4.1 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS

Para realizar a avaliação de sistema, o próprio conceito de avaliação deve ser definido: *“Avaliar algo é atribuir certo valor, com base em certos critérios”* (MICHAELIS, 1999).

Segundo CHAVES (1990), é possível avaliar sistemas do ponto de vista de seu originador (o analista de sistema ou o programador). Neste caso, as características do software que serão avaliadas provavelmente dirão respeito a suas qualidades intrínsecas: elegância do design, correção lógica, desempenho, robustez, concisão, tolerância à falhas, portabilidade, etc.

Por outro lado, é possível, e freqüentemente necessário, avaliar sistemas também do ponto de vista do usuário. Esta avaliação pode ser realizada de diversas formas, sendo as mais comuns, através de questionários e entrevistas. As características avaliadas são, normalmente, aquelas relacionadas à sua aplicabilidade, utilidade, facilidade de uso, entre outras.

No setor da saúde, a avaliação de softwares aplicativos não deve lidar apenas com as questões complexas relacionadas à computação e engenharia de software, mas, deve principalmente, responder questões relacionadas à utilidade do software, possibilidade de modificações e se o software torna-se útil ao sofrer modificações, e essas modificações podem ser feitas de maneira rápida, fácil e não onerosa.

Software na área da saúde não pode ser avaliado por especialistas trabalhando isoladamente um do outro, seja em informática, seja em saúde. Sua avaliação precisa ser

realizada em contextos onde existam pessoas informadas tanto em informática como em saúde ou onde se possa facilmente reunir esses profissionais.

Seguindo essas considerações, alguns critérios podem ser definidos para a avaliação de software na área da saúde (CHAVES, 1990):

1. Critérios Relativos ao Desempenho

Para avaliar o desempenho de um software, é preciso determinar se, e em que medida, ele possui as seguintes características:

- a) Eficácia, ou a capacidade de produzir os resultados pretendidos e desejados.
- b) Confiabilidade, ou a capacidade de produzir os resultados pretendidos e desejados sem erros.
- c) Exatidão, ou a capacidade de lidar com o grau de precisão, em representação numérica, e correção, nos cálculos, que a tarefa em questão requerer.
- d) Consistência, ou a capacidade de sempre produzir os mesmos resultados quando os mesmos dados são processados.
- e) Eficiência, ou a capacidade de operar sem problemas, exigindo o mínimo de recursos para produzir os resultados pretendidos e desejados.
- f) Transparência, ou a capacidade de refletir, apropriadamente e sem distorções, o mundo real através do modelo conceitual adotado.
- g) Segurança, ou a capacidade de preservar a integridade dos dados na eventualidade de falha de hardware, erro e vandalismo humano ou eventos inesperados.
- h) Expansibilidade, ou a capacidade de absorver mais funções ou maior quantidade de dados, sem necessidade de alterações estruturais.

2. Critérios Relativos à Interface com o Usuário

Para avaliar a interface com o usuário de um software, é preciso determinar se, e em que medida, ele exibe as características a seguir:

- a) Facilidade de instalação, customização.
- b) Facilidade de uso e operação, incluindo opções para interatividade, utilização, menus, janelas, entre outros.
- d) Capacidade de aceitar caracteres internacionais, acentos, formas de escrever data, hora, e valores financeiros.
- e) Documentação correta e de qualidade, tanto em termos técnicos como de apresentação visual e comunicação, escrita em termos e com exemplos relacionados ao campo de aplicação.

3. Critérios Relativos ao Hardware e Outros Softwares

Para avaliar a versatilidade de um software, em relação ao hardware ou a outros softwares, é preciso determinar se, e em que medida, ele exibe as seguintes características.

- a) Capacidade de ser executado em diferentes tipos de hardware.
- b) Compatibilidade com vários tipos de interface e protocolo.
- c) Flexibilidade para adaptar a diferentes tipos de ambientes de computação, como, por exemplo, redes locais.
- d) Capacidade de realizar transferência de dados e de trocar dados com software executável em outros equipamentos.
- e) Capacidade de gerar dados que possam ser acessados por outros softwares e de acessar dados gerados por outros softwares.

4. Aplicabilidade e Utilidade

É concebível que um software possa passar todos os testes anteriores e, contudo, não ser útil. Os itens anteriores são todas condições necessárias para uma avaliação positiva de um software aplicativo. Contudo, não são, em seu conjunto, condições suficientes. Quando a avaliação do software é realizada da perspectiva do usuário, a questão chave é se, e em que medida, o software é aplicável na solução de problemas reais, responde às necessidades dos usuários e, assim, é de fato útil.

No caso de aplicações na área da saúde, a questão chave é se o software, tendo passado os testes anteriores, contribui para a oferta e provisão de melhor atenção à saúde ou para a melhor administração de serviços e programas de saúde.

4.1.1 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO SISTEMA

O sistema desenvolvido foi avaliado, segundo o ponto de vista do desenvolvedor, onde testes foram realizados para verificação da eficácia, confiabilidade, eficiência, segurança e expansibilidade. Estes testes foram baseados no sistema de gTMH proposto, e na transferência de dados entre o PDA, o PC e o servidor de dados. Uma segunda forma de avaliação foi realizada, onde as qualidades e defeitos do sistema foram avaliados segundo a visão do usuário.

A avaliação do sistema quanto à eficácia, segundo o desenvolvedor, foi confirmada, em testes, através da obtenção de resultados pretendidos e desejados. Estes resultados foram avaliados através de preenchimento de OS e atividades no PDA, baseadas em fichas (em papel) preenchidas e já cadastradas, onde os campos e informações no sistema proposto a

serem completadas foram desenvolvidos de forma equivalente aos métodos anteriormente utilizados.

Testes de confiabilidade foram realizados para verificar se os resultados pretendidos e desejados possuíam erros. Durante a captação e sincronismo de dados entre o PDA, PC e servidor foram encontrados erros principalmente na transferência de dados entre os diversos dispositivos. Porém, após a correção e incorporação de algumas funções de controle de dados, estes erros foram eliminados.

A questão relacionada à exatidão, ou a capacidade de lidar com o grau de precisão, em representação numérica, e correção, nos cálculos, não se aplicou ao contexto deste trabalho, visto que, preenchimento de campos numéricos está relacionado apenas a datas e horas, os quais não apresentaram problema algum.

A consistência foi testada na forma de armazenamento e transferência de OS e atividades, onde os dados foram cadastrados iguais e várias vezes. Todos os testes sempre produziram os mesmos resultados quando os mesmos dados foram processados.

A eficiência, em relação ao desenvolvedor, foi testada juntamente com a confiabilidade do software, e está relacionada à capacidade de operar sem problemas. A exigência de utilizar o mínimo de recursos para produzir os resultados pretendidos e desejados, foi baseada na utilização de soluções como reutilização de códigos, através de funções e procedimentos de programação (e Agentes no *Lotus Notes*), além da preocupação de realizar as tarefas do modo simplificado, e atendendo as necessidades.

A segurança, relacionada com a capacidade de preservar a integridade dos dados na eventualidade de falha de hardware ou eventos inesperados, foi testada através da reinicialização dos equipamentos durante a utilização do software. Dados salvos e armazenados no banco de dados mantiveram sua integridade, ou seja, apenas dados preenchidos e ainda não salvos foram perdidos durante o teste de segurança.

Questões relacionadas com a expansibilidade do software foram efetuadas, principalmente, devido à separação do código em vários objetos (funções, procedimentos e

agentes), facilitando a incorporação de novas funcionalidades ao software, sem necessidade de grandes alterações estruturais.

Para avaliar critérios relacionados à interface com o usuário, foi criado um questionário (Anexo I), aplicado aos funcionários dos CELEC avaliados, e que utilizaram o software. Esta forma de avaliação tem por finalidade verificar características como praticidade de uso, visualização das informações, forma de criação de dados, e informações quanto a sua utilidade, em relação à valores, como usabilidade, tempo e utilidade do software.

Em outras palavras, o objetivo do questionário é analisar o sistema de gerenciamento de tecnologia médico-hospitalar via PDA, no estudo de caso, segundo a percepção dos usuários (na estrutura de engenharia clínica - CELEC) e utilizar tal avaliação para discutir o sistema proposto, identificando seus pontos positivos e negativos, além de realizar uma comparação com o sistema atualmente utilizado.

Na metodologia da pesquisa de avaliação do sistema, foram definidos os seguintes procedimentos:

- **Treinamento na utilização do PDA:** consiste em apresentar o ambiente Palm OS para os usuários do sistema;
- **Treinamento na utilização do sistema desenvolvido:** treinar os engenheiros e técnicos na captação de dados, armazenamento e transferência entre os diversos dispositivos;
- **Disponibilização do PDA para utilização na rotina de gerenciamento;**
- **Entrega dos questionários:** disponibilizar os questionários aos usuários do sistema, responsáveis pelo gerenciamento da tecnologia médico-hospitalar;
- **Análise dos resultados.**

Como critérios a serem avaliados durante as atividades de rotina no gTMH, através do questionário espera-se:

- Identificar se o software no PDA é de fácil utilização (usabilidade);
- Verificação da agilidade do software em relação aos métodos atuais;
- Identificar vantagens;
- Identificar desvantagens;
- Identificar possíveis erros;
- Verificação da utilidade do software (auxilia no gTMH de forma a satisfazer os interesses do cliente?)

4.2 RESULTADO DOS TESTES E AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS

O treinamento na utilização do sistema proposto foi realizado com um total de três engenheiros e três técnicos, em três CELEC de hospitais da rede pública de Florianópolis. Disponibilizou-se um PDA para um técnico e um engenheiro, onde foi realizado o preenchimento dos dados e acompanhamento dos EEM. Em média, os testes em cada CELEC duraram dois dias e meio, onde, após a utilização do sistema proposto, os usuários realizaram o preenchimento do questionário (Anexo I).

A análise dos dados quantitativos do questionário aplicado aos usuários, como a média das notas de usabilidade (questões 2 a 4) e o tempo decorrido para o preenchimento dos dados (questões 7 a 10), são representados por gráficos de barras. A escolha deste gráfico deve-se a grande popularidade e facilidade de visualização, o qual é identificado por barras, onde a altura da barra representa o valor (ou frequência) dos resultados obtidos.

Com o gráfico em barras, ainda é possível realizar uma comparação visual entre os valores temporais de preenchimento das Ordens de Serviço, em relação aos métodos atuais (sem o PDA) e o método proposto (utilizando o PDA)

A análise dos dados restantes serve para a identificação da qualidade, facilidade, dificuldade, vantagens, desvantagens e possíveis falhas de utilização do sistema (via PDA), além de um campo de comentários, onde os usuários podem propor novas funcionalidades ou simplesmente relatar sobre o sistema proposto.

Considerando a utilização de botões, campos de preenchimento, menus, janelas e outras funcionalidades, o grau de facilidade apresentados pelos usuários teve valor satisfatório com **64,17** de média, sendo indicado como médias de **0 a 25** como muito difícil, de **26 a 50** como difícil, de **51 a 75** como fácil e de **76 a 100** muito fácil.

Quanto à correta apresentação e interpretação dos termos técnicos nos campos de preenchimento, obteve-se o valor de **83,33** de média. Este índice serve para analisar os dados relacionados com qualidade de textos apresentados aos usuários.

Ao analisar a agilidade dos usuários no método de preenchimento e transferência dos dados utilizando o software no PDA, obteve-se valor de **66,83** de média. Este valor teve um índice abaixo do esperado, devido à não utilização de frases padrões para o preenchimento das OS e suas Atividades, fazendo com que o usuário tenha que digitar as frases através do teclado virtual do PDA.

As médias referentes à facilidade de utilização, correta apresentação dos termos técnicos e à agilidade de preenchimento e transferência podem ser visualizados no gráfico da Figura 29.

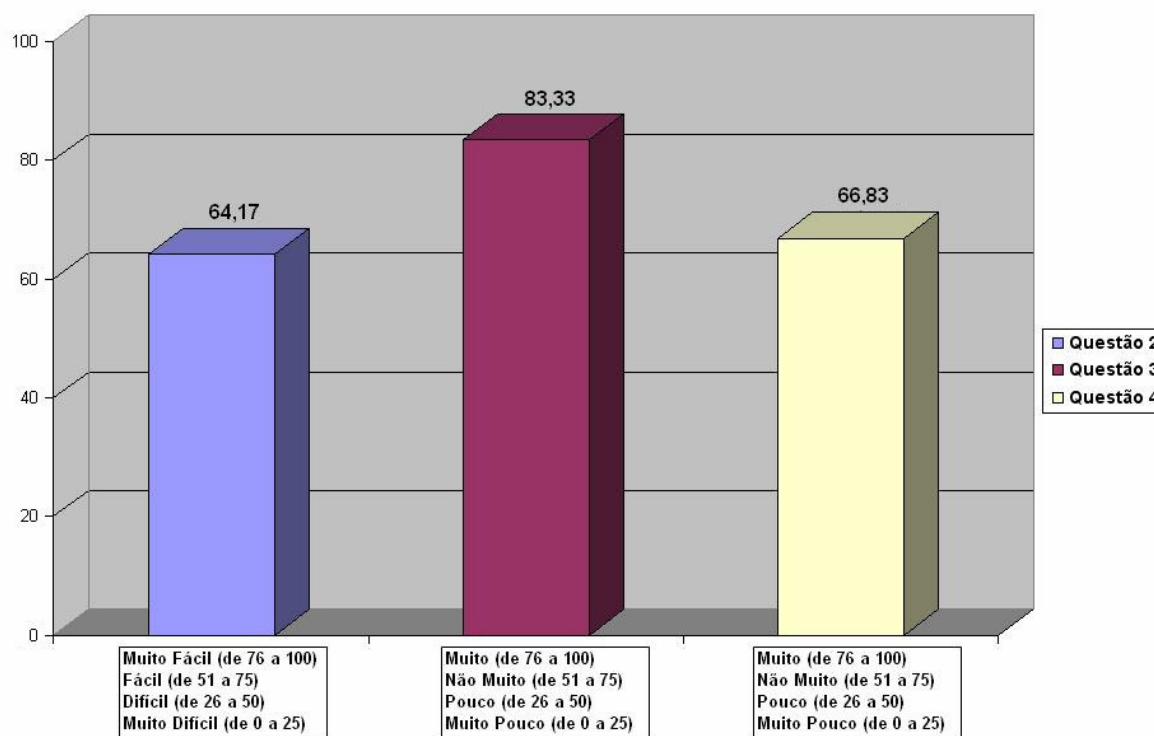


Figura 29 - Questão 2 indica o grau de facilidade de utilização da parte visual do software no PDA, a Questão 3 representa a correta apresentação dos termos técnicos nos campos de preenchimento, e a Questão 4 indica a rapidez do método de preenchimento e transferência das informações utilizando o PDA

Além da facilidade de uso e apresentação do software ao usuário, questões temporais foram abordadas, para a obtenção de informações quanto ao preenchimento das OS e suas atividades.

Durante os testes realizados, em média **16,67%** dos usuários preencheram em média uma OS em menos de um minuto, **66,67%** preencheram entre 1 e 5 minutos, e **16,67%** preencheram de 5 a 10 minutos (Figura 30).

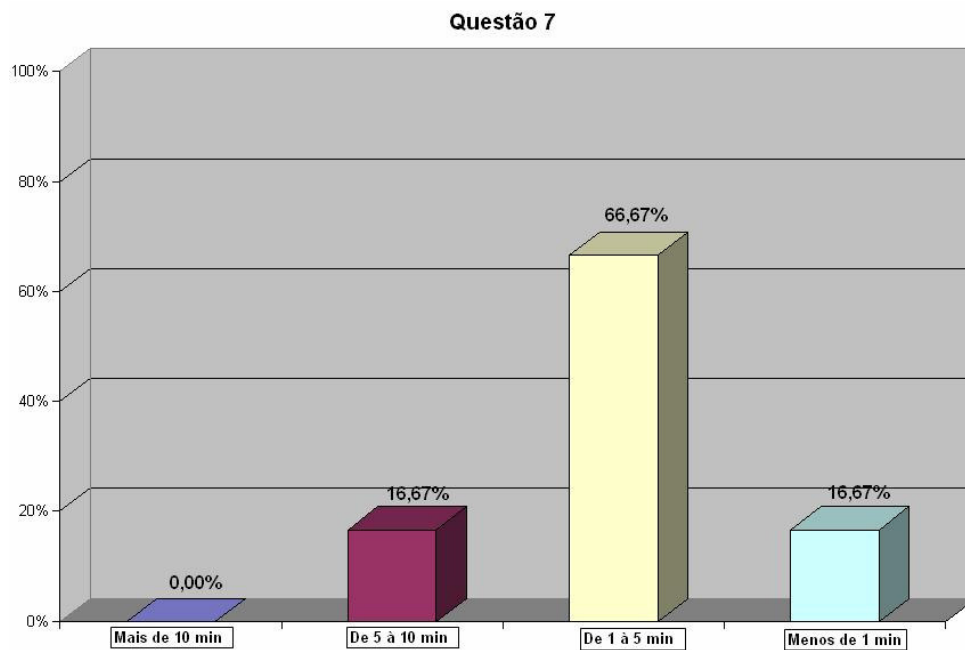


Figura 30 - Tempo médio de preenchimento de uma OS (sem as Atividades), utilizando o PDA

Analisando o preenchimento de uma atividade, **100%** dos usuários demoraram em média de 1 a 5 minutos para completar todos os dados necessários (Figura 31).

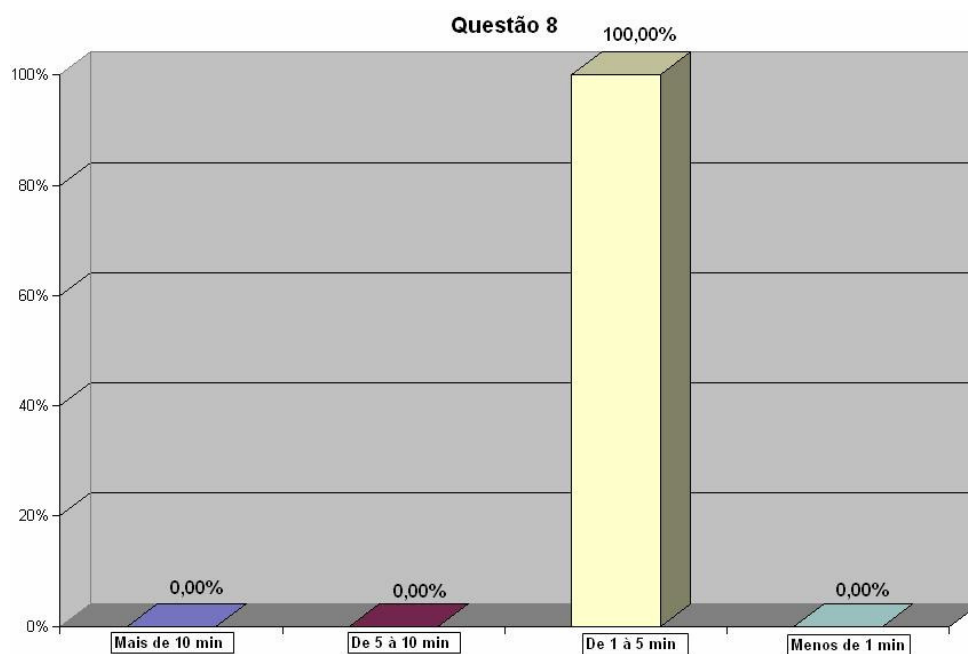


Figura 31 - Tempo médio de preenchimento de uma Atividade, utilizando o PDA

O preenchimento completo de uma OS e todas as suas atividades no PDA leva, aproximadamente, de 5 a 10 minutos (**66,67%**) ou de 1 a 5 minutos (**33,33%**).

Analizando o preenchimento tradicionalmente utilizado (através de fichas e formulários de papel), cerca de **16,67%** dos usuários preenchem uma OS e todas as suas Atividades com mais de 10 minutos, **33,33%** de 5 à 10 minutos e **50%** de 1 à 5 minutos (Figura 32).

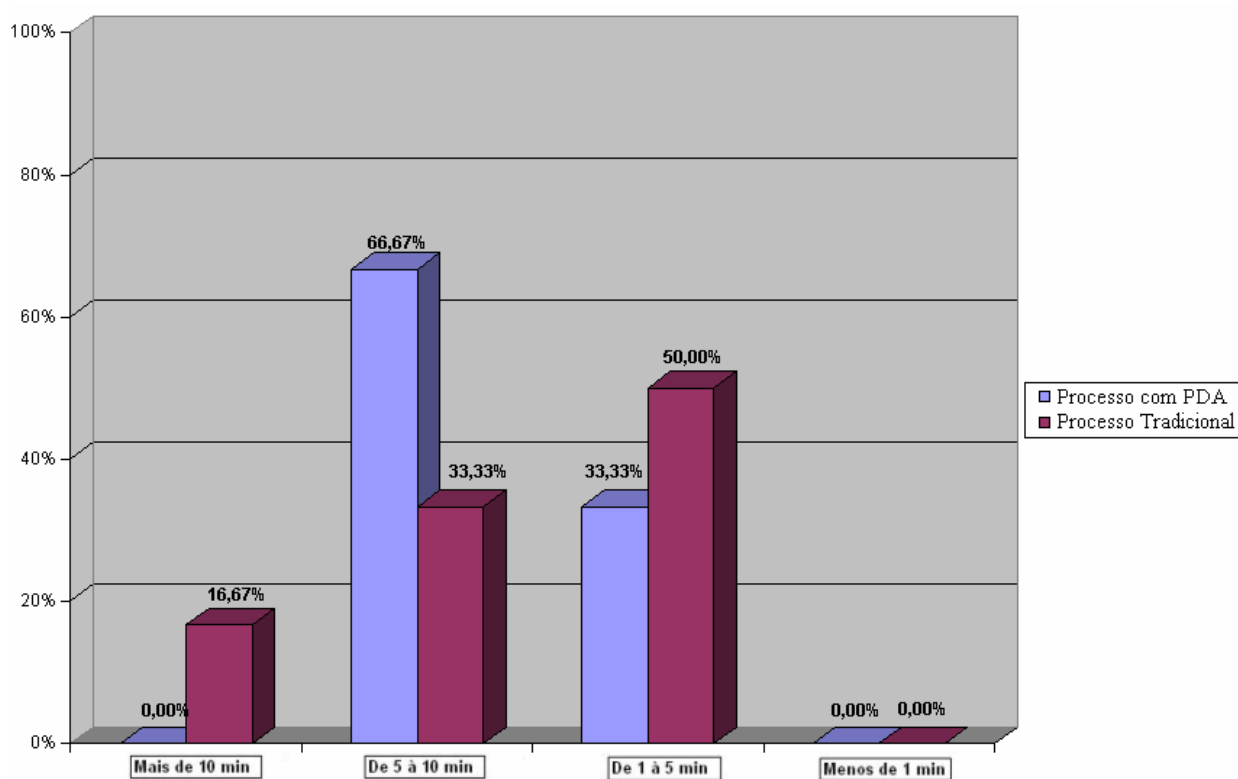


Figura 32 – Comparativo entre o Tempo médio de preenchimento de uma OS e suas respectivas atividades utilizado o processo tradicionais (fichas e formulários de papel) e o processo com o PDA

As questões discursivas do questionário relacionam-se ao possível erro de transferência de informações, as vantagens e desvantagens do preenchimento de dados através do PDA e comentários.

Através destas questões verificou-se que nenhum usuário encontrou erros de transferência de informações entre os diferentes bancos de dados. As vantagens deste novo método de utilização de PDA, foram: a possibilidade da verificação do histórico das OS pendentes dos equipamentos, verificação de informações e dados sobre os equipamentos nos setores, como quantos equipamentos e quais acessórios o setor tem disponível, além da praticidade na inserção e obtenção de dados.

A principal dificuldade relatada pelos usuários foi a do preenchimento dos dados através do teclado virtual (Figura 33), onde a seleção das letras é realizada através do contato da caneta (*stylus*) na tela do PDA.

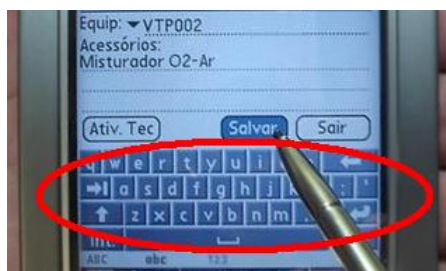


Figura 33 - Teclado Virtual para digitação de caracteres no PDA, onde cada letra de um texto deve ser selecionada na Tela

5. CONCLUSÕES

A Engenharia Clínica aliada à ferramentas de TI, permite obter melhores resultados no gTMH. A escolha destas ferramentas baseia-se no estudo da viabilidade dos EAS e/ou da Empresa, seja esta de custo, rapidez ou segurança. Aplicando estes conceitos às necessidades, pode-se aumentar o desempenho nos sistemas de gerenciamento médico-hospitalar, melhorar a gestão das informações na área da saúde e a atuação da EC como elo de ligação entre tecnologia e usuário.

Um fator que dificulta a possível agregação de um novo sistema é a resistência à mudança por parte dos técnicos e engenheiros. Isto se deve à preocupação de terem que se adaptar a uma nova tecnologia. Porém, após um treinamento adequado, demonstrou-se que o sistema proposto é um facilitador na realização de suas atividades, que auxilia e melhora os procedimentos de gerenciamento, e como consequência, o processo de tomada de decisões.

O planejamento do treinamento do pessoal deve ser priorizado para que a utilização e incorporação de uma nova tecnologia se torne viável, tanto no custo, quanto em sua usabilidade. Através de informatização de alguns setores dos EAS, pode-se obter benefícios para a produtividade e a qualidade de informações, conseqüentemente, ajudando a tornar os ambientes mais controlados e organizados.

Com a implementação do sistema, observou-se maior padronização nas informações passadas para o servidor de dados. Isto se deve à utilização de dados pré-cadastrados no servidor e passados para o PDA, de forma a sofrerem pouca ou nenhuma alteração durante o cadastramento das atividades. Dados fora dos padrões ou frases não cadastradas tendem a diminuir a velocidade, principalmente no preenchimento dos dados, devido à necessidade de digitação de informações diretamente no PDA.

Para solucionar estes problemas, o usuário, durante a utilização do PDA, pode verificar quais frases são mais utilizadas, cadastrando-as de forma a agilizar o processo de captação de dados.

Com isto, a qualidade e padronização das informações tende a aumentar, evitando os problemas encontrados nos métodos tradicionais de obtenção dos dados, que utilizam, geralmente, formulários e fichas de papel, apresentando certas limitações, como por exemplo, os erros introduzidos através de preenchimentos incompletos ou incorretos.

Nos CELECs onde o sistema foi testado, usuários que pré-cadastraram as informações mais utilizadas, obtiveram um índice de captação e transferência de dados mais efetivo e ágil. Nestes locais, a utilização do *teclado virtual* (no PDA) foi nula ou somente para completar frases e textos já definidos.

Um ponto que deve ser levado em conta, é que, antes dos testes, grande maioria dos usuários tinham pouca ou nenhuma afinidade com a nova tecnologia (PDA), dificultando alguns testes e captação de dados. Isto foi resolvido com treinamentos e com a prática na utilização tanto do equipamento quanto do sistema proposto.

Avaliando critérios relativos ao hardware, foi constatado a capacidade de utilização do sistema implementado em diversos tipos de PDA, ficando porém, esta versão, vinculado aos aparelhos que possuam o *Palm OS* como Sistema Operacional.

O software desenvolvido possui flexibilidade para se adaptar a diferentes protocolos de transferência de dados (entre PDA e PC) como USB, *Wi-Fi*, Bluetooth, ente outros. Outra característica é sua capacidade de armazenar dados em um banco de dados Relacional (no PC), que podem ser acessados por outros softwares, possibilitando a criação de uma nova aplicação ou a migração destes dados.

A utilização de um processo eletrônico de captação de dados tem como consequência a redução considerável nos custos de impressão, fotocópias, distribuição, e do espaço físico para

o armazenamento de todos os documentos em papel. Além destas vantagens, pode-se realizar um controle gerencial das informações a qualquer momento, visto que, no PDA ficam armazenados os dados sobre o parque tecnológico e suas respectivas atividades realizadas, ainda não finalizadas.

Outro ponto positivo é a possibilidade de realizar a transferência dos dados à distância. Com isto, o usuário pode atender um maior número de setores em um EAS, sem a necessidade de retornar ao seu computador constantemente para a passagem dos dados, desde que exista rede sem fios.

Dentre os critérios específicos ao setor da saúde, o software implementado está condicionado à utilização de dados atualizados e confiáveis, necessários a um gerenciamento do parque tecnológico de EAS. Tem a possibilidade de utilização em diversos públicos alvos, como clínicas, hospitais, centros de saúde, entre outros, desde que a quantidade de equipamentos (parque tecnológico) justifique a aplicação de recursos em um gerenciamento mais controlado e aprofundado. Com isto, há benefício em diversas áreas dos EAS, como o financeiro, relacionado com a redução de custos de armazenamento e controle de fichas cadastrais, a área médica e de enfermagem, que utilizam equipamentos confiáveis e estáveis quanto à sua aplicação, resultando em um melhor atendimento ao ator principal, o paciente.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, pode-se acrescentar ao sistema de gerenciamento, uma aquisição dos dados dos equipamentos de forma automática. Esta obtenção poderia ser desenvolvida através de leitores de código de barra. Isto é, em cada equipamento cadastrado seria colado um adesivo com um código de barras diferente, ao passar um leitor no código de barras, informações sobre o aparelho seriam preenchidas automaticamente, evitando assim

dificuldades de identificação de aparelhos. Esta dificuldade deve-se a existência de aparelhos similares em um hospital, por exemplo, mais de um aparelho de raios-X.

Outra forma automática de obtenção dos dados, seria a implantação de etiquetas RFID (*Radio Frequency IDentification* ou identificação por radiofrequência) acoplados aos equipamentos. As informações poderiam ser obtidas ao aproximar o PDA (com leitor) do equipamento. A grande vantagem é que o dispositivo não necessita estar em contato direto com o leitor, além de não utilizar nenhum tipo de fonte de alimentação para funcionar, basta se encontrar no raio de ação do dispositivo para que ele funcione. Um ponto forte é a possibilidade de armazenamento de dados nas próprias etiquetas RFID, facilitando assim, uma possível consulta e visualização de dados, sem acúmulos de informações no PDA.

Outras aplicações podem ser agregadas ao sistema, como o histórico do equipamento, informações técnicas e cadastrais. Assim, o usuário pode realizar uma verificação de funcionalidade e testes mais seguros com o equipamento médico, sem a necessidade constante de verificações em manuais e cadastros de informações.

Novas formas de codificação de dados podem ser estudadas e inseridas no sistema, de forma a agilizar o preenchimento das informações, como exemplo, a criação de códigos, ou números, para determinadas frases ou atividades.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS USUÁRIOS DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO VIA PDA

Objetivo:

O objetivo deste questionário é verificar quais são as vantagens e desvantagens relacionadas à utilização do Software via PDA, em relação à gestão e ao gerenciamento de tecnologia médico-hospitalar (gTMH), de acordo com a atividade dos profissionais ligados à Engenharia Clínica.

1) Qual é a função que o(a) Sr(a) exerce atualmente?

“Por favor, responda as perguntas 2 à 4 atribuindo um valor entre 0 e 100 na opção mais adequada, com base na faixa de valores indicados”.

2) Considerando a utilização de botões, campos de preenchimento, menus, janelas, entre outros, como você avalia o grau de facilidade de utilização do software?

- (☐) Muito Fácil (de 76 a 100)
(☐) Fácil (de 51 a 75)
(☐) Difícil (26 a 50)
(☐) Muito Difícil (0 a 25)

3) O software do PDA possui correta apresentação dos termos técnicos nos campos de preenchimento?

- (☐) Muito (de 76 a 100)
(☐) Não Muito (de 51 a 75)
(☐) Pouco (26 a 50)
(☐) Muito Pouco (0 a 25)
(☐) Não Sei

4) O método de preenchimento e transferência das informações utilizando o software no PDA é rápido?

- (☐) Muito (de 76 a 100)
(☐) Não Muito (de 51 a 75)
(☐) Pouco (26 a 50)
(☐) Muito Pouco (0 a 25)
(☐) Não Sei

5) Após a aquisição e a transferência das informações do PDA para o Servidor, o(a) Sr(a) encontrou algum erro nos dados quando armazenados (no Servidor)?

- (☐) Sim (☐) Não

Se sim, quais erros foram encontrados?

6) As informações contidas no Software do PDA são suficientes para o gTMH?

- (☐) Sim (☐) Não

Se não, quais informações poderiam ser adicionadas ao software no PDA para qualificar o gTMH?

7) Em média, quanto tempo o(a) Sr(a) levou para preencher cada Ordem de Serviço (desconsiderando o tempo de preenchimento das Atividades), utilizando o PDA?

- (☐) Mais de 10 minutos
(☐) De 5 a 10 minutos
(☐) De 1 a 5 minutos
(☐) Menos de 1 minuto

8) Em média, quanto tempo o(a) Sr(a) levou para preencher cada Atividade, utilizando o PDA?

- (☐) Mais de 10 minutos
(☐) De 5 a 10 minutos
(☐) De 1 a 5 minutos
(☐) Menos de 1 minuto

9) Em média, quanto tempo o(a) Sr(a) levou para preencher uma Ordem de Serviço completa (incluindo todas as suas Atividades e transferência para o Servidor), utilizando o PDA?

- (☐) Mais de 10 minutos
(☐) De 5 a 10 minutos
(☐) De 1 a 5 minutos
(☐) Menos de 1 minuto

10) Com base na sua rotina de gTMH, quanto tempo, em média, o(a) Sr(a) leva para preencher uma Ordem de Serviço completa (incluindo todas as suas Atividades e transferência para o Servidor), SEM a utilização do PDA?

- (☐) Mais de 10 minutos
(☐) De 5 a 10 minutos
(☐) De 1 a 5 minutos
(☐) Menos de 1 minuto

11) Para o(a) Sr(a), quais são as vantagens de preenchimento de dados através de PDA, frente a rotina de gTMH?

12) Para o(a) Sr(a), quais são as desvantagens de preenchimento de dados através de PDA, frente a rotina de gTMH?

13) O campo a seguir é utilizado caso o(a) Sr(a) ache necessário adicionar Comentários Gerais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUT. 2006. Delphi Programming. Disponível em: <http://delphi.about.com>. Acesso em 05 de janeiro de 2006.

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. 2003. Manutenção Hospitalar: a Permanente Missão de Preservar Vidas. Revista Manutenção. Edição 90 (Jan/Fev). Disponível em: http://www.abraman.org.br/revista_manutencao/edicao_90_materia_5.asp. Acesso em: 22 julho de 2006.

ACCE – AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERING. Enhancing Patient Safety The Role of Clinical Engineering. 2001. Disponível em: <http://www.accenet.org>. Acesso em: 15 de abril de 2005.

ALBORNOZ, L. J. C. 2000. Determinação do ciclo de vida útil de equipamentos eletromédicos. 117p. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

ALEXANDRONI, M. 2001. Artigo “Entenda o Formato PDA (Palm Database)” . Clube Palm 2001. Disponível em: <http://www.clubedainformatica.com.br/documentos/mostraartigo.php?artigo=47>. Acesso em: 07 de janeiro de 2006.

ALEXANDRONI, M. 2003. PocketStudio: Poder, mais Produtividade e Facilidade de Uso. Artigo disponível em: <http://www.clubepda.com.br/pocketstudio2.htm>. Acesso em: 12 de dezembro de 2005.

ALEXANDRONI, M. 2004. *Introduction to Palm OS Development with PocketStudio® 2.0 – Basic Module*.

- ALMEIDA, W. M. 2005. Conhecendo o C++ Builder 6. Editora Visual Books. São Paulo.
- ALPHALINK. 2005. Alphaslink – Soluções Wireless. Disponível em: www.alphaslink.com.br/index_arquivos/ieee80211b.htm. Acesso em: 03 de novembro de 2005.
- ANVISA, 2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. “Tecnovigilância - A Engenharia Clínica como estratégia na Gestão Hospitalar”. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/tecnovigilancia/capitulo4.pdf>. Acesso: em 27 de agosto de 2005.
- ANTUNES, E.; VALE, M.; MORDELET, P.; GRABOIS, V. 2002. Livro "Gestão da Tecnologia Biomédica. Tecnovigilância e Engenharia Clínica". Cooperação Brasil-França, Éditions Scientifiques ACODESS.
- BASSANI, J.W.M.; ROCHA, L. S.; LÜDERS, M. L.; BIZONOTO, W. J. 2002. *Micro-process based management of medical equipment maintenance*. Proc. 2nd Joint EMBS/BMES Conference, Houston, Texas, USA.
- BAULD, T. J. *The Definition of Clinical Engineering*. *Journal of Clinical Engineering*, v. 16, 1991.
- BESKOW, W. B. 1997. Estudo preliminar do processo de qualificação de equipamentos eletromédicos: uma abordagem em engenharia clínica. 118p. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- BESKOW, W. B. 2001. Sistema de informação para o gerenciamento de tecnologia médico hospitalar: metodologia de desenvolvimento e implementação de protótipo. 229 f. Tese (Doutorado em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina.

- BOSTRÖM, U. 1993. Clinical engineering worldwide. IEEE Engineering in Medicine and Biology.
- BORLAND. 2005. Borland Delphi. Disponível em: www.borland.com/delphi. Acesso: 15 de setembro de 2005.
- BORLAND. 2006. Borland, Software Delivery Optimization. Disponível em: www.borland.com. Acesso em: 12 de janeiro de 2006.
- BRIEN, J. A. 2002. *Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet*. Tradução da 9ª edição americana. São Paulo, Editora Saraiva.
- BRONZINO, J. D. 1992. Management of medical technology: a premier for clinical engineers. Stonehan: Butterworth-Heinemann. 451p.
- CALIL, S. J.; TEIXEIRA, M. S. 1998 . Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares. Vol. 11 (Série Saúde & Cidadania). Instituto de Desenvolvimento da Saúde – IDS, Núcleo de assistência médico-hospitalar - São Paulo.
- CEB-UNICAMP. 2006. Centro de Engenharia Biomédica – Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.ceb.unicamp.br/>. Acessado em: 7 de junho de 2006.
- CHAVES, E. O. C, 1990. Avaliação de Softawre na Área da Saúde: Algumas Considerações. *Newsletter* da SBIS (Sociedade Brasileira de Informática em Saúde). Artigo disponível em: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/HEALTH/avalia.htm>. Acesso em: 03 de maio de 2006.
- CLARINET. 2004. PDA Infrared Performance. Clarinet Systems. Network Connectivity for Mobile Devices. Disponível em: <http://www.clarinetsys.com/en/pda-performance.htm>. Acesso em: 24 de janeiro de 2006.

- CLUBE PDA. 2005. Site Brasileiro voltado ao desenvolvedor PDA. Distribuidor *Winsoft* do PocketStudio 2.0 no Brasil. Disponível em: <http://www.clubepda.com.br>. Acesso em: 15 de abril de 2005.
- DIAS, E. 2002. Conceitos de Banco de Dados Relacional. Artigo disponível em: <http://phpbrasil.com/articles/article.php/id/190>. Acesso em: 25 de outubro de 2005.
- ECRI, 1989. Emergency Care Research Institute. Implant recalls – do hospital notify recipients? Health Technology Trends.
- FALCHNET. 2005. Disponível em: <http://www.falchnet.com>. Acesso em: 17 de outubro de 2005.
- GUIMARÃES, E. M. 2004. Sistema de Informação Hospitalar: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência de unidades funcionais. 158p. Tese (Doutorado em Enfermagem). Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto.
- GUNNLAUGSDOTTIR, J. 2003 *Seek and you will find, share and you will benefit: organising knowledge using Groupware systems*. International Journal of Information Management. n. 23.
- IEB-UFSC. 2006. Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.ieb.ufsc.br/>. Acessado em: 7 de junho de 2006.
- IMASTERS. 2005. IMaster FFPA Informática Ltda. Disponível em: <http://www.imasters.com.br/artigo.php?cn=2676&cc=21>. Acessado em: 28 de abril de 2005.
- LIMA, M. F.; SICSÚ, A. B.; CABRAL, A. P. 2004. Sistemas de Workflow e Groupware na Gestão do Conhecimento como Diferencial Competitivo. In V IntEmpres 2004 (29/Nov-03/Dez.: Recife). Anais do V Workshop Internacional Sobre Inteligência Empresarial e Gestão do Conhecimento na Empresa. Pernambuco.

- LOTUS. 1997. Lotus Development Corporation. Noções Básicas do Lotus Notes (Apostila).
- LOTUS. 2005. Lotus Software. Disponível em: <http://www.lotus.com>. Acesso em: 21 de julho de 2005.
- LUCATELLI, M. V. 2002. Proposta de aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em equipamentos médico-hospitalares. 286 f. Tese (Doutorado em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina.
- MATTISON, R. 1998. Understanding Database Management Systems. 2a edição. New York. MacGraw-Hill
- MEIRELLES, F. S. 1994. Informática: Novas aplicações com microcomputadores. 2a.Ed. São Paulo: Makron Books.
- MELLO, J. B.; CAMARGO, M. O. 1998. Qualidade na Saúde. Práticas e Conceitos – Normas ISSO nas Áreas Médico-Hospitalar e Laboratorial. Editora Best Seller.
- MICHAELIS. 1999. Michaelis – Moderno dicionário da língua portuguesa. Editora Melhoramentos. São Paulo.
- MICROSOFT. 2006. Microsoft Corporation. Disponível em: www.microsoft.com . Acessado em : 12 de janeiro de 2006.
- MIRANDA, S. V. 2004. Identificando Competências Informacionais. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Artigo de Ciência da Informação, v. 33, n. 2, p. 112-122, maio/ago. Brasília.
- O'DEA, T. 1994. Clinical engineering management Biomedical Instrumentation And Technologies. p.101-111.

- ORTOLANI, L. F. B. A. 1995. A Tecnologia da Informação na Administração Pública. Companhia de Informática do Paraná – CELEPAR. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/1995/bb46/admpub.htm>. Acesso em: 19 de dezembro de 2005.
- PALM. 2005. Disponível em: <http://www.palm.com/br>. Acesso em: 02 de novembro de 2005.
- PALMBRASIL. 2005. PalmBrasil – Deck Informática Ltda. Disponível em: <http://www.palmbrasil.com.br>. Acesso em: 03 de novembro de 2005.
- PETZOLD, C. 2001. Programming Windows. Fifth Edition. Editora Microsoft Press. Redmond, Washington.
- ROCCO, E. 1998. Definição de procedimentos para levantamento de produtividade e eficiência em serviços de manutenção de equipamentos eletromédicos. 100p. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- ROCHA, L. S.; BASSANI, J.W.M. 2002. *Activity-based costing applied to clinical engineering*. Proc. 2nd Joint EMBS/BMES Conference, Houston, Texas, USA.
- SALEMI, J. 1993. Guia PC Magazine para Bancos de Dados Cliente/Servidor. Rio de Janeiro. Livraria e Editora Infobook.
- SANTOS, C. E. 2004. Planejamento estratégico para uma estrutura clínica de engenharia clínica para Santa Catarina. Monografia (Graduação em Engenharia da Computação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo.
- SILVA, C. C. 2003. Sistema de Gerenciamento de Componentes Elétricos. Faculdade de Engenharia, Campus Guaratinguetá. Disponível em: <http://www.feg.unesp.br/~elfsenne/alunos/silva2003.pdf>. Acesso: 17 de outubro de 2005.

- SILVA, S. L.; ALVES, N. 2005. Introdução as Redes Wireless. Nota Técnica 001/2005 do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Disponível em: http://mesonpi.cat.cbpf.br/cbpfindex/publication_pdfs/nt00105.2006_01_30_16_14_17.pdf Acesso em: 21 de fev. de 2006
- SUN. 2006. Java ME – Micro App Development Made Easy. Sun Microsystems, Inc. Disponível em: <http://java.sun.com/javame/index.jsp>. Acesso em: 22 de janeiro de 2006
- THIZON, E. 2005. Banco de Dados II, Apostila de Sistema de Informação. Faculdade ESUCRI. Disponível em: http://paginas.unisul.br/ethizon/PDF/apostila_bd2.pdf. Acesso em: 01 de outubro de 2005.
- TRINDADE, C. 2005 Conhecendo o Palm OS Developer Suíte. Artigo publicado em: iMaster FFPA Informática Ltda. Disponível em: <http://www.imasters.com.br/artigo.php?cn=2842&cc=21>. Acessado em: 23 de setembro de 2005.
- TRINDADE, E. 2000. Tecnovigilância. Unidade de Tecnovigilância – UTVIG. Gerência Geral de Segurança Sanitária de Produtos para a Saúde Pós-Comercialização-GGSPS. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/sentinelas/tecnovigilancia.ppt>. Acesso em: 02 de dez. 2005.
- TURBAN, E.; RAINER, R. K.; POTTER, R.; 2003. Administração de Tecnologia da Informação – Teoria e Prática, Editora Campus, São Paulo.
- UFMG, 1999. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Hospital das Clínicas. Projeto de implantação de um novo modelo de gestão no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

- UFSC, 2005. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Núcleo de Processamento de Dados. Disponível em: <http://notes.ufsc.br/home.nsf/historiadenotes>. Acesso em 21 de julho de 2005.
- VIEIRA, F. L. 2005. Projeto APAE Inteligente Século XXI. Disponível em: http://www.apaebrasil.org.br/repositorio/DF/projeto_apae_inteligente_ok.pdf. Acesso em: 12 de janeiro de 2006.
- VILELA, M. Z.; BASSANI, J. W. M. 2004. Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares: Método e Aplicação. In III Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica. Set/2004. Vol. 1. pp. 385-388. João Pessoa, Paraíba.
- WIRELESS, 2005. Movimento Wireless Português. Disponível em: <http://wireless.com.pt>. Acesso em: 12 de janeiro de 2006